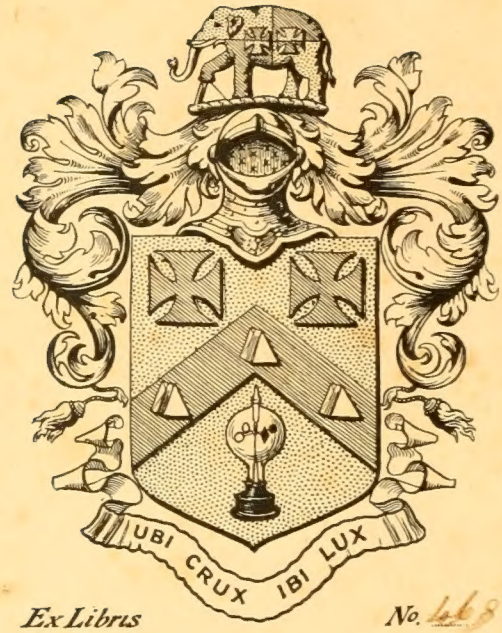


Ex Libris *No.* 668

SIR WILLIAM CROOKES, D.Sc., F.R.S.

Revue générale

des Sciences

pures et appliquées

TOME DIX-HUITIÈME

Revue générale des Sciences

pures et appliquées

PARAISSANT LE 15 ET LE 30 DE CHAQUE MOIS

DIRECTEUR : **Louis OLIVIER**, DOCTEUR ÈS SCIENCES

TOME DIX-HUITIÈME

1907

AVEC NOMBREUSES FIGURES ORIGINALES DANS LE TEXTE

Librairie Armand Colin

5, rue de Mézières, Paris

18e ANNÉE N° 1 15 JANVIER 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Détermination spectrographique des éléments de l'orbite terrestre. — Le Professeur Küstner, directeur de l'Observatoire de Bonn, vient d'employer une méthode spectrographique pour déterminer les éléments de l'orbite de la Terre[1].

Tout mouvement se passant dans l'espace universel et qui s'accompagne d'un accroissement ou d'une décroissance de la distance entre l'observateur terrestre et un astre donné produit, comme on le sait, un déplacement des lignes spectrales de ce dernier, déplacement réglé par le principe dit de Döppler. C'est ainsi que l'on constate que certaines étoiles fixes s'approchent continuellement du système solaire, alors que d'autres s'en éloignent sans cesse, suivant que les lignes spectrales, données par comparaison avec celles des éléments chimiques, se déplacent, soit vers le bleu-violet, soit vers le rouge. Ces déplacements, enfin, sont périodiques dans le cas de certaines étoiles, appelées « étoiles doubles spectroscopiques ».

On peut appliquer de semblables déterminations au mouvement de translation de la Terre autour du Soleil et l'on devra constater une périodicité annuelle dans le déplacement des lignes spectrales : même, en toute précision, il faudra tenir compte du mouvement de rotation de la Terre sur elle-même. Nous n'indiquerons pas, au reste, le détail des déterminations faites par le Professeur Küstner en suivant ce principe, pour aboutir aux conclusions mêmes de ces recherches.

La constante de la vitesse de la Terre se trouve égale, par ce procédé, à 29.617 kilomètres par seconde, avec une erreur probable de $\pm$ 0,057 kilomètre; mais, comme les déplacements des lignes donnent le rapport de la vitesse de la Terre à celle de la lumière, ce chiffre implique une hypothèse par rapport à cette dernière : la valeur adoptée par M. Küstner est celle que donnent les déterminations physiques les plus récentes, à savoir 299.865 kilomètres, avec une erreur probable de $\pm$ 26 kilomètres.

Ces mesures donnent également la parallaxe du Soleil, à savoir l'angle sous lequel le rayon de la Terre apparaît de ce dernier à la distance moyenne des deux astres : le chiffre trouvé est de 8,844 secondes, soit un peu supérieur à la valeur généralement adoptée de 8,80 secondes.

On peut aussi trouver la vitesse avec laquelle Arcturus, par exemple, approche du système solaire : la valeur déterminée par M. Küstner est de 4,85 kilomètres par seconde.

De pareilles déterminations de la parallaxe du Soleil, au moyen de mesures spectrographiques, sont d'autant plus remarquables qu'elles constituent un nouveau lien entre les recherches astro-physiques et astro-métriques, lien qui, sans doute, poussera à réunir ces deux branches de l'Astronomie, qui, dans ces derniers temps, tendaient à s'éloigner de plus en plus l'une de l'autre.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

La Loire navigable. Essais du système Audouin. — Un nouveau système d'amélioration des rivières, inventé par le capitaine Audouin, vient d'être expérimenté sur la Loire, à 3 kilomètres en amont du confluent de la Maine, près du Port-Thibaut.

Ce procédé consiste en *barrages obliques à vannes suspendues*, c'est-à-dire en digues longitudinales obliques au courant et formées de vannes maintenues à une certaine distance au-dessus du fond. Il a pour but de concentrer l'eau dans le chenal, tout en écartant latéralement les sables qui roulent sur le fond et peuvent, par suite, passer sous les vannes.

L'essai qui vient d'en être fait, conformément au projet dressé par M. l'ingénieur en chef Chemin et approuvé par décision ministérielle du 26 août 1905, a déjà donné des résultats satisfaisants, qui ont été constatés par les plans de sondages officiels établis par l'Administration des Ponts et Chaussées.

Le barrage a une longueur totale de 450 mètres. Il se divise en deux parties : la première, longue de 250 mètres, constitue une rectification de la rive gauche. Cette rive, qui offre en amont une courbure concave favorable à la formation d'un bon chenal, passait brusquement en ce point à une direction convexe; il en résultait un seuil, un mauvais passage. Le barrage

[1] *Ciel et Terre*, n° 13, p. 341, 1906.

prolonge la concavité de la rive : la photographie ci-jointe, prise près de l'extrémité amont, permet de se rendre compte de cette direction concave de l'ouvrage (fig. 1).

Fig. 1. — *Vue d'ensemble du barrage.*

Les effets prévus se sont produits rapidement : le chenal s'est creusé le long du barrage et les sables, passant sous les vannes, sont allés se déposer derrière le barrage. L'intervalle entre l'ancienne rive et cette rive artificielle régulière s'est colmaté en quelques semaines ; on évalue à 100.000 mètres cubes environ la quantité de sable qui s'y est déposée. C'est autant de moins dans le chenal. D'encombrant qu'il était, ce sable devient utile, en reconstituant une importante étendue de terrain qu'il y a tout avantage à reconquérir sur le fleuve ; car cette partie du lit s'était élargie outre mesure depuis un certain nombre d'années, au détriment des riverains.

La deuxième partie du barrage, longue de 200 mètres, avait pour but la formation d'un chenal au travers du seuil, au passage d'une rive à l'autre. Cette seconde section n'a été mise en place que le 16 mai dernier par des eaux basses. Dès lors, la force d'affouillement n'a pas pu être jusqu'ici aussi grande sur ce point que pour la première section, qui avait été placée deux mois plus tôt et par des eaux moyennes. Cette seconde section n'en a pas moins provoqué la formation d'un bon chenal.

Dans son ensemble, le barrage a été construit de la manière la plus simple et la plus économique, avec des pieux distants de 2 mètres, réunis par des moises portant des glissières, qui servent à guider les vannes. La construction s'est faite sans difficulté. Les vannes ont été mises en place en quelques heures ; un homme suffit pour les soulever ou les abaisser, et cela sans effort, à la main (fig. 2).

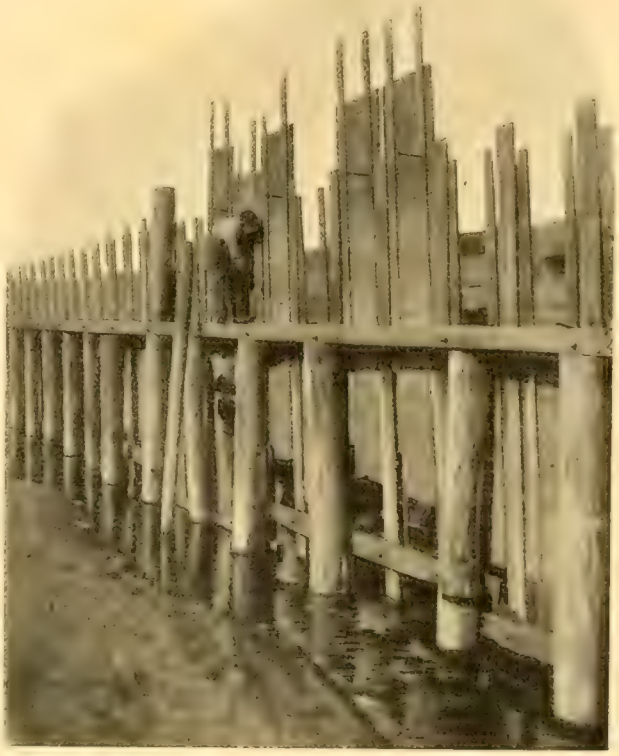


Fig. 2. — *Manœuvre des vannes*

Il y a lieu de compléter aujourd'hui ces premiers résultats en prolongeant le barrage vers l'aval, avec un dispositif particulier, destiné à être employé pour les barrages obliques s'avançant davantage dans le milieu du lit. Un projet de prolongement du barrage au moyen de « bateaux-vannes tournants » est en ce moment soumis à l'Administration des Ponts et Chaussées. Le cinquième Congrès du Sud-Ouest-Navigable a émis un vœu en faveur de ce nouvel essai, pour lequel les Conseils généraux de Maine-et-Loire, de la Vienne et d'Indre-et-Loire ont voté des subventions, en demandant que l'Etat participe également à la dépense.

Ce nouveau dispositif paraît devoir rendre des services, non seulement pour le creusement du chenal sur les seuils, mais aussi pour la fermeture des bras secondaires. Ce dernier emploi est un des plus importants, selon l'avis des Chambres de Commerce d'Angers et d'Orléans.

E. Audouin,
Professeur à l'Université de Poitiers.

§ 3. — Physique

La photographie à distance. — Dans notre numéro du 30 octobre 1906, nous entretenions nos lecteurs des expériences faites par M. Carpini sur l'effet photo-électrique du sélénium, c'est-à-dire sur l'influence exercée par la lumière sur la conductibilité électrique de ce corps.

M. le Professeur Korn, de Munich, vient d'appliquer cette propriété du sélénium à la solution d'un problème des plus intéressants : la transmission à distance d'une image photographique.

Le dispositif employé est des plus simples. Le poste expéditeur comprend une lampe de Nernst, dont les rayons lumineux sont concentrés par une lentille sur une toute petite ouverture pratiquée dans la paroi d'un cylindre métallique. A l'intérieur de ce cylindre, s'en trouve un autre en verre, qu'actionne un mouvement hélicoïdal et sur lequel est enroulée la pellicule photographique portant l'image à reproduire. Après avoir traversé la pellicule, le rayon lumineux passe à travers un prisme qui le fait diverger sur une plaque de sélénium. Or cette plaque fait partie d'un circuit électrique fermé, qui est ainsi rendu plus ou moins conducteur selon que le sélénium reçoit un rayon d'une intensité lumineuse plus ou moins grande : les courants électriques du circuit traduisent donc les variations de la lumière envoyée par le poste expéditeur.

Au poste récepteur se trouve également une lampe de Nernst, dont les rayons sont concentrés par une lentille sur un cylindre en verre animé du même mouvement que celui du poste expéditeur et recouvert de la pellicule à impressionner. Mais, entre ce cylindre et la pellicule est interposé un galvanomètre à corde, servant d'obturateur intermittent. Ce dernier appareil se compose d'une mince feuille d'aluminium placée entre les deux fils du circuit : les variations de l'intensité du courant électrique se manifestent par des déplacements de la feuille d'aluminium, qui, interceptant plus ou moins le rayon lumineux, règle l'admission de la lumière sur la pellicule; cette dernière est ainsi plus ou moins éclairée, suivant que le courant est plus ou moins intense et que, par conséquent, la plaque de sélénium a reçu, à travers la pellicule du poste expéditeur, une intensité lumineuse plus ou moins grande. On peut ainsi reproduire point par point au poste récepteur la pellicule du poste expéditeur.

Evidemment, cette reproduction ne se fait que progressivement, au fur et à mesure de l'avancement du cylindre qui porte la pellicule à reproduire; mais on ne peut nier l'importance du résultat obtenu, lorsqu'on saura qu'avec le procédé du Professeur Korn on peut transmettre ainsi une épreuve photographique à 1.800 kilomètres avec une netteté parfaite. « Donnez-moi des milliers de fils télégraphiques ou téléphoniques, a dit l'inventeur, et je vous ferai voir instantanément la personne qui vous parle de l'autre côté du monde ». C'est faute d'avoir ces milliers de fils conducteurs que M. Korn n'a pu faire la transmission que progressivement.

Il est intéressant de rappeler que ces premières expériences furent faites à Paris dans le laboratoire de M. Carpentier, le constructeur bien connu, et qu'en mai 1903 un compte rendu en était donné par M. Cailletet à l'Académie des Sciences.

Presque en même temps que la découverte de M. le Professeur Korn est portée à la connaissance du public, on annonce qu'un inventeur américain, M. J. B. Fowler, de Portland (Orégon), aurait trouvé le moyen, par l'intermédiaire d'un appareil auquel il a donné le nom de « Télévue », de transmettre simultanément les paroles et l'image d'une personne parlant au téléphone. Si cette invention, sur laquelle les détails manquent encore, donne bien les résultats indiqués par M. Fowler, on voit qu'elle serait un heureux complément de la découverte du Professeur Korn. En tout cas, cette dernière découverte, à elle seule, fait faire un grand pas au problème si passionnant de la vision à distance, dont la solution complète ne peut maintenant se faire attendre longtemps.

§ 4. — Electricité industrielle

Une station géante de télégraphie sans fil. — Une station de télégraphie sans fil aux dimensions imposantes, destinée à assurer les communications avec les vaisseaux naviguant sur l'Atlantique d'une part et avec le reste des stations radio-télégraphiques européennes de l'autre, vient d'être construite par la Compagnie allemande de Télégraphie sans fil (exploitant le système dit « Téléfunken ») à Nauen, près Berlin.

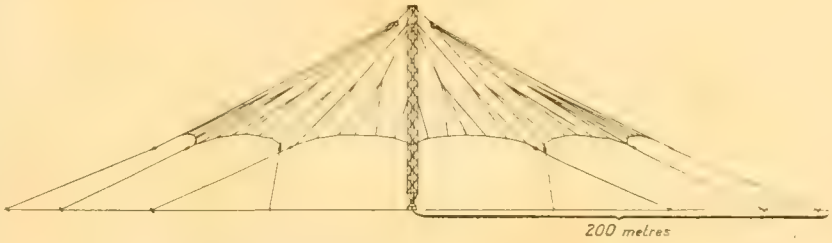


Fig. 3. — *Antenne de la station de télégraphie sans fil de Nauen.*

Cette station, dont un groupe d'ingénieurs vient de visiter l'installation, est, en son espèce, la plus considérable du continent ; elle comprend une tour en fer d'une hauteur de 100 mètres pour supporter l'antenne (fig. 3). Comme le cloisonnage en fer de cette tour offre une section triangulaire dont les côtés ne sont que de 4 mètres, on comprendra les grandes difficultés qu'il a fallu vaincre dans la construction, pour que les fondations pussent en supporter l'énorme poids et les grandes tensions qu'il entraîne. Les trois montants latéraux sont reliés entre eux par des entretoises, parallèles les unes aux autres jusqu'à quelques mètres du sol, et qui, à partir de ce niveau jusqu'au pied de la tour, se fusionnent et se perdent dans une sphère en fonte; les pressions sont transmises aux fondations de béton au travers de couches isolantes très épaisses. L'ascension de la tour s'effectue au moyen d'un escalier; à la hauteur de 96 mètres, on a disposé une plate-forme, de laquelle on commande et contrôle le jeu des trois paires de rouleaux fixés au sommet de la tour pour enrouler et dérouler les fils de l'antenne. A la hauteur de 75 mètres, on a disposé les bandes assurant, à elles seules, la position verticale de la tour et qui sont amarrées à trois blocs en maçonnerie disposés aux angles d'un triangle, à 200 mètres de distance des fondations de la tour. Comme, en raison des tensions électriques énormes, il fallait compter avec des étins celles d'une longueur allant jusqu'à 1 mètre, les trois systèmes isolants supérieurs ont dû être plongés dans de l'huile.

L'antenne affecte la forme d'un parapluie, comprenant six segments; chaque groupe de deux segments placés en regard l'un de l'autre s'équilibre à travers les trois paires de rouleaux dont il vient d'être question et qui réduisent à un minimum la tension exercée sur la tour par les fils de l'antenne. La surface totale couverte par ces derniers est d'environ 60.000 mètres carrés.

La mise à la terre consiste en un réseau analogue de fils immergés dans le sol et qui couvrent une superficie d'environ 126.000 mètres carrés.

Le bâtiment attenant à la tour contient la salle des machines, la salle du télégraphiste et les habitations des employés au rez-de-chaussée, et la salle des hautes tensions au premier. Toutes ces salles sont chauffées par la vapeur d'échappement d'une locomobile.

La locomobile actionnant la dynamo est du type normal; son rendement est de 35 chevaux sous sept atmosphères, pour une vitesse de 120 tours à la minute; du charbon ou du coke sert comme combustible. L'eau lui est fournie directement par une pompe aspirant l'eau souterraine. Pour économiser du combustible, on maintient la locomobile, dans le cas d'un service continu, à un quart de sa charge pendant les intervalles prolongés; la pression restante suffit alors pour transmettre des dépêches courtes. Toutes les fois qu'il s'agit d'émettre des dépêches pendant un temps assez long, on admet la vapeur tout entière, ce qui se fait facilement en cinq minutes. Le service assuré par la locomobile est ainsi à la fois simple et économique.

Le volant de la locomobile entraîne l'alternatrice monophasée au moyen d'une transmission à courroie; le courant d'excitation est fourni à cette dernière par une excitatrice montée en bout d'arbre. La génératrice a un rendement d'environ 25 kilowatts pour 750 tours à la minute et 50 périodes. Ses bobines sont protégées contre les tensions à haute fréquence par des dispositifs de sûreté. De la génératrice, des conducteurs se rendent à la table de distribution installée dans la salle de service et où se trouvent tous les dispositifs de sûreté, les commutateurs et les instruments de mesure.

Le courant alternatif engendré par la dynamo alimente, à travers quatre bobines de réaction primaires, les quatre bobines d'induction disposées, comme le reste des appareils à haute tension, au premier étage du bâtiment.

Le circuit de transmission comprend une surface de 400.000 centimètres, formée par 360 grandes bouteilles de Leyde. L'éclateur annulaire est du type simple, sans ventilation; la self-induction consiste en un serpentin de cuivre argenté avec des connexions pour le circuit d'excitation et pour accoupler l'antenne et les conducteurs de mise à la terre. Un circuit stationnaire permet de mesurer la longueur des ondes et de déterminer le couplage.

Les bouteilles de Leyde sont chargées par le circuit secondaire des quatre bobines d'induction disposées en série avec quatre bobines de réaction à haute tension. En raison de la résonance précise, cette capacité énorme est chargée par une quantité d'énergie relativement peu considérable.

On passe de la position de transmission à celle de réception par une manipulation simple, en actionnant un commutateur au moyen duquel l'antenne et la mise à la terre sont connectées avec le circuit de réception, en même temps que le circuit à courant alternatif est verrouillé par un relai rendant toute transmission impossible.

Cette précaution est nécessaire pour protéger les piles et les cohéreurs, si sensibles, contre les effets de haute intensité du circuit d'excitation. Les télégrammes sont reçus soit simultanément avec le récepteur téléphonique et l'inscripteur Morse, soit indépendamment, suivant l'un ou l'autre de ces deux procédés.

Un parafoudre protège l'installation contre les décharges atmosphériques.

Les télégrammes transmis de cette station ont été reçus il y a quelque temps par le vapeur transatlantique «Brémen», du Norddeutscher Lloyd, jusqu'à une distance d'environ 2.400 kilomètres de Brême. Ce résultat est d'autant plus remarquable que les ondes électriques avaient à traverser le continent sur la moitié environ de cette distance. D'autre part, on communique facilement de Xauen avec la station radio-télégraphique de Saint-Pétersbourg, distante de 1.350 kilomètres, et avec celle de Righi-Scheidegg, à travers la chaîne des Alpes.

Après avoir achevé l'installation de la tour, qui n'était que provisoire au moment de ces expériences, on espère atteindre des distances de 4.000 kilomètres. D'une façon générale, on peut affirmer que la question des distances à franchir avec la télégraphie sans fil est essentiellement une question de puissance des appareils de transmission. Or, les quantités d'électricité déchargées à la Station de Xauen sont si énormes que le fonctionnement des appareils s'accompagne d'un bruit tonitruant rappelant celui d'une série de coups de canon.

Alfred Gradenwitz.

§ 5. — Botanique

Tératologie végétale : anomalies provoquées par quelques Urédinées. — Au dernier Congrès de la Société helvétique des Sciences naturelles[1], les Sociétés suisses de Botanique et de Zoologie ont consacré plusieurs séances communes aux études de Tératologie végétale et animale. Comme on le sait, la Tératologie est la partie de la Biologie qui s'occupe des anomalies, allant même jusqu'aux monstruosités, que peuvent présenter les organismes vivants. M. Fischer, de Berne, a fait une communication très intéressante sur le rôle joué, à ce point de vue, par quelques Urédinées, champignons inférieurs, parasites.

L'auteur a cru pouvoir reconnaître ce premier fait : pour que l'action des Urédinées entraîne un développement anormal, soit des rameaux, soit des inflorescences, il est nécessaire que le mycélium ait envahi les organes végétaux alors qu'ils étaient encore à l'état de jeunes bourgeons. M. Fischer appuie cette constatation sur l'observation de quelques anomalies très nettes : les balais de sorcière du sapin blanc, provoqués par le *Melampsorella Caryophyllacearum*, les pousses anormales d'*Euphorbia cyparissias* L., dues à l'action de l'*Uromyces Pisi*, et les nombreuses variations de l'*Euphorbia amygdaloides* L., causées par l'*Endophyllum Euphorbiæ silvaticæ*.

Les anomalies observées portent sur les organes axiles, sur les feuilles végétatives et sur les inflorescences.

Pour les organes axiles, l'action des Urédinées citées se traduit par des modifications dans la fonction de croissance (balai de sorcière du sapin, du *Berberis*), par l'allongement irrégulier des entre-nœuds (*Centaurea montana* L. sous l'influence de *Puccinia montana*), par l'hypertrophie des organes axiles. La ramification est exagérée, soit qu'elle devienne plus abondante, ou qu'elle soit, au contraire, réduite (balai de sorcière, pousses irrégulières d'*Euphorbia cyparissias*).

Pour les feuilles végétatives, cette action n'est pas moins manifeste; elle provoque des variations anormales dans leur orientation ou leur forme. Les balais de sorcière ont la feuille tournée en tous sens. Les résultats des altérations morphologiques paraissent se rapprocher de ceux qui sont dus à l'étiolement; ils sont très variés. Mais le fait le plus intéressant, ce sont les métamorphoses des feuilles végétatives florales. M. Fischer a observé un pied d'*Anemone nemorosa* qui, sous l'influence de l'*Ochropsora Sorbi*, présentait une de ses feuilles involucrales partiellement développée en sépale blanc.

Enfin, sur les inflorescences, l'action des Urédinées est bien moins significative; dans la plupart des cas connus, elle est purement négative : la floraison est supprimée. Toutefois, il y a des exceptions, et les modifications de certains organes floraux ne sont pas très rares.

Bien que très isolées, quelques-unes des observations de M. Fischer méritent de ne pas passer inaperçues; elles ont une signification beaucoup plus générale qu'elles ne le paraissent *a priori*. Et l'on ne manquera sans doute pas de les invoquer, d'ailleurs avec raison, comme des arguments en faveur des théories expliquant l'origine du sexe par l'influence du parasitisme.

Ernest Fleury.

[1] Tenu à Saint-Gall du 31 juillet au 1er août 1906.

§ 6. — Zoologie

Influences déterminant la sexualité des œufs chez le Dinophilus. — Le *Dinophilus apatris* est un petit animal marin, intermédiaire entre les Rotifères et les Annélides primitifs, qui possède la curieuse particularité de pondre des œufs de deux tailles différentes : les plus gros donnent toujours naissance à des femelles; les autres, près de trois fois plus petits, donnent toujours des mâles; normalement, dans les pontes, le nombre des gros œufs est à peu près le double du nombre des petits œufs. Chez le *Dinophilus*, la détermination irrévocable du sexe est donc extrêmement précoce, bien antérieure à la fécondation, et le spermatozoïde n'a vraisemblablement aucun pouvoir déterminant.

Afin de voir si l'on pourrait influer sur la détermination sexuelle, von Malsen[1] divise des *Dinophilus* en trois lots : le premier est laissé à une température relativement basse, 15° environ; le deuxième est placé dans une chambre, à la température normale, 19° en moyenne, et le troisième est maintenu pendant un temps assez court dans un thermostat à 26°. Dans chaque lot, les pontes sont recueillies avec soin, et l'on compte les œufs gros et petits pour établir leurs proportions relatives.

L'expérience donne les résultats suivants :

	Œufs mâles		Œufs femelles
	—		—
Dinophilus du lot froid . . .	10	pour	35
— — moyen . .	10	—	24
— — chaud. . .	10	—	17

Il semble donc que la température a une influence déterminante; elle agit aussi, du reste, en diminuant le nombre des œufs pondus chez les *Dinophilus* maintenus à 15°.

Von Malsen interprète les résultats de la façon suivante : dans les cultures tenues au chaud, la formation des œufs est très activée; ceux-ci, trop nombreux, sont moins bien nourris, restent petits, d'où abondance d'œufs mâles. Pour vérifier cette hypothèse, il affame des cultures de *Dinophilus* laissées à la température ordinaire et il obtient la même proportion de 10 petits œufs pour 17 gros œufs.

Ces expériences, qui s'accordent assez bien avec celles d'Issakowitsch sur les Daphnies, semblent prouver que la détermination du sexe de l'œuf se produit dans l'ovaire même de la mère, sous l'influence des bonnes ou mauvaises conditions de nutrition; si l'œuf réussit à accumuler beaucoup de réserves, à avoir un cytoplasme abondant (ce qui peut arriver quand la mère est mal nourrie et forme très peu d'œufs), il est déterminé comme femelle; s'il est mal nourri (ce qui peut arriver quand la mère reçoit une abondante nourriture, qui provoque une rapide multiplication des œufs), il est déterminé comme mâle. On doit donc perdre l'espoir d'agir avec certitude sur le sexe des œufs en nourrissant plus ou moins abondamment les parents, comme l'avait du reste démontré des expériences antérieures sur les Souris, puisque la nutrition de l'ovaire et des éléments qu'il renferme se règle d'une façon spéciale, relativement indépendante de l'état général.

§ 7. — Sciences médicales

Doigts en lorgnette chez un nègre du Soudan[2]. — Au cours de la Mission du Bourg de Bozas, à travers l'Afrique tropicale, M. le Dr Brumpt a eu l'occasion d'observer dans le Haut Nil un cas curieux d'atrophie musculaire accompagné de lésions particulières des mains, lésions qui, jusqu'ici, ne semblent pas avoir été signalées.

Il s'agit d'un homme de race Chouilli, âgé d'environ trente-cinq ans. Vers l'âge de quinze ans, il a été atteint d'un bouton de *pian*, maladie cutanée répandue dans toutes les régions intertropicales. Chez ce malade, l'inoculation fut suivie, comme d'habitude, de fièvre et de douleurs articulaires, mais l'éruption caractéristique ne « sortit pas ». Pendant plusieurs mois, incapable de se mouvoir, il resta couché, souffrant de céphalalgie et de douleurs musculaires et articulaires.

Dans le cours de cette maladie, il se produisit un épaississement notable des tibias, puis de l'ankylose des doigts de la main. En l'espace de plusieurs années, le squelette de certains doigts se résorba, les phalanges se luxèrent les unes sur les autres, la main devint tout à fait impotente. Pendant les premiers mois de la maladie, le côté gauche de la figure s'atrophia; puis les forces revinrent un peu, et le malade put se déplacer; mais l'atrophie de tous les muscles du corps continua à suivre une marche progressive.

Tels sont les renseignements que le Dr Brumpt a pu recueillir sur ce malade, renseignements fournis en grande partie par le chef du village, car le sujet était considéré comme « simple » par les gens du pays. D'un commun accord, les indigènes attribuaient la maladie de leur compatriote à un cas de *Pian rentré*, l'éruption qui ne s'était pas produite à l'extérieur ayant été la cause des accidents.

Actuellement, l'individu a un aspect squelettique; il marche péniblement en s'appuyant sur un bâton. La figure présente une asymétrie manifeste, due à l'atrophie des muscles du côté gauche. Cet homme a l'air hébété et indifférent. Le rire accentue encore son asymétrie faciale; il a un peu d'exophtalmie, et ferme mal ses paupières.

Le squelette semble partout normal, sauf les tibias, qui sont régulièrement hypertrophiés; la peau ne présente aucune cicatrice à leur niveau.

Les *doigts des mains présentent des modifications curieuses* : ils sont raccourcis, rétractés; la peau est plissée comme en accordéon; mais elle est normale et souple; on sent au-dessous d'elle des parties résistantes, qui semblent être les restes de phalanges atrophiées et luxées. En tirant ces doigts ainsi emboîtés « en lorgnette », on déplisse la peau, on peut leur faire reprendre leur longueur normale et même plus. L'impotence fonctionnelle est complète. Cependant, l'annulaire de la main droite, le pouce et l'auriculaire de la main gauche, ne sont pas emboîtés, mais présentent seulement un amincissement notable du squelette; cette main peut être utilisée.

Il n'existe aucun trouble de la sensibilité; les muscles sont très affaiblis, mais non paralysés. Le réflexe rotulien existe des deux côtés; pas de contractions fibrillaires des muscles atrophiés. Pas de troubles des sphincters.

L'intelligence, avons-nous dit, est rudimentaire; le sommeil est mauvais et le malade se plaint de maux de tête et de douleurs diverses. Ses cheveux, au lieu d'être laineux et brillants, sont ternes, mal implantés et mal frisés, ce qui, chez un nègre, indique souvent un état cachectique assez avancé.

Le boy qui servait d'infirmier à M. le Dr Brumpt et qui était originaire de Zanzibar lui a affirmé qu'il n'avait jamais vu semblables déformations des mains, mais que l'on rencontrait assez souvent des cas d'atrophie musculaire dans son pays, où cette affection serait désignée sous le nom de *kiaroussi*.

D'ailleurs, au cours de cette même Mission du Bourg de Bozas, M. le Dr Brumpt lui-même a rencontré deux cas d'atrophie musculaire progressive myélopathique, l'un chez une femme Somalie, l'autre chez un indigène du Congo belge. Cette maladie est attribuée par les uns à des sortilèges, par les autres aux excès de toutes sortes.

---

[1] Von Malsen : Geschlechtsbestimmende Einflüsse und Eibildung des Dinophilus apatris (*Arch. für mikr. Anat.*, t. LXIX, 1906).

[2] *Revue neurologique*,, 30 mai 1906.

§ 8. — Géographie et Colonisation

La transformation de l'Océanie[1]. — Une récente Convention franco-anglaise vient de donner à l'archipel des Nouvelles-Hébrides la constitution qui leur manquait et dont l'absence nuisait gravement au développement économique de ces régions. La Constitution déclare que ces îles forment un territoire d'influence commune entre la France et l'Angleterre, et que les nationaux des deux pays y jouissent de droits égaux. Cette Convention n'a été signée par l'Angleterre qu'après avoir été soumise aux deux Gouvernements d'Australie et de Nouvelle-Zélande et avoir obtenu leur approbation. Ce consentement officiel n'a, d'ailleurs, point satisfait l'opinion publique : non seulement la Confédération entend être consultée sur toutes les questions à régler dans son voisinage, mais encore elle espère bien absorber un jour prochain quelques-unes de ces îles. Un membre du Parlement australien exposait récemment aux lecteurs du *Times* les raisons de cette politique : « Ce groupe d'îles, sur la route future ouverte par le canal de Panama, comprend les ports les plus beaux et les plus sûrs peut-être de tous ceux qu'on peut trouver dans le Pacifique méridional. Ces vastes rades, abritées par des terres, n'ont pas les dangereux récifs de corail qu'on rencontre dans tant de ports des îles du Pacifique et qui en rendent l'entrée si périlleuse par le mauvais temps. Port-Sandwich, Mallicolo, Havannah sont particulièrement désignés pour constituer des bases navales. La nation qui possédera les Nouvelles-Hébrides tiendra la clef de toute la route commerciale de Panama à l'Australie ». A côté de ces prétentions australiennes, d'autres ambitions se font jour. Cette lutte pour le Pacifique, dont nous avons déjà entretenu nos lecteurs, à propos du canal de Panama, réunit encore le Japon et les Etats-Unis. Les Japonais, justement fiers de leurs récentes victoires, essaiment de plus en plus vers les terres océaniennes, en même temps qu'ils y dirigent leur commerce. Par leur annexion des îles Hawaï, puis des Philippines, par leur récent achat des Galapagos, par le percement prochain de l'isthme de Panama, les Etats-Unis s'orientent chaque jour davantage du côté du Grand Océan, déjà sillonné par leurs navires et leurs câbles sous-marins. L'Angleterre et l'Allemagne ont bien comme nous des possessions dans ces régions lointaines, mais elles présentent plus de cohésion que les nôtres et, surtout, elles sont beaucoup mieux défendues par leur métropole. Nos colonies du Pacifique, trop isolées, trop éloignées les unes des autres, sont en train de subir les « fatalités géographiques » de leur situation, c'est-à-dire de tomber sous la dépendance économique des grandes puissances prépondérantes, si nous n'y portons remède à brève échéance. Comme le dit si justement M. Ch. Lemire, avec sa grande compétence des choses océaniennes, nous n'avons plus là-bas que des « satellites, gravitant les uns autour des Etats-Unis, qui sont prêts à nous les acheter, les autres autour de l'Australie, qui veut les accaparer ».

Nous possédons la Nouvelle-Calédonie depuis cinquante-trois ans; son climat favorable aux Européens, ses grandes richesses minières, et aussi la décision très heureuse qui y a supprimé la transportation, lui permettraient de devenir une colonie de peuplement. Sa situation présente est déplorable.

Le développement économique des Nouvelles-Hébrides — où les colons français ont la prépondérance du nombre et de l'étendue des terres cultivées — restera entravé, malgré la Convention récente, tant que durera la dualité politique de ces îles et l'opposition des intérêts australiens.

Le groupe de Tahiti et des îles Sous-le-Vent nous appartient depuis 1842. Et, dans ces soixante ans, nous n'avons pas même su rattacher ce groupement à la Nouvelle-Calédonie. Mais, comme le climat de ces îles — malgré de terribles cyclones — est extrêmement favorable à toutes les cultures tropicales, qu'on y pêche la nacre et les perles, que Papeete constitue une excellente escale sur la future route de Panama, des Compagnies étrangères se sont chargées d'établir les communications : des vapeurs américains viennent mensuellement de San-Francisco, et des steamers anglais organisent des services avec la Nouvelle-Zélande. Le pavillon français n'est représenté que par trois voiliers du port de Bordeaux, de telle sorte que, sur les 7 à 8 millions de francs de trafic extérieur annuel, notre part ne s'élève qu'à 5 ou 600.000 francs. La situation politique que nous avons exposée commence à marquer sérieusement son empreinte sur la situation économique; c'est la meilleure preuve qu'il est temps d'agir si nous voulons maintenir en Océanie l'influence que nous confèrent nos droits légitimes d'occupation.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole Supérieure de Commerce de Lyon.

Les Pigeons voyageurs aux Colonies. — Une application de la poste par Pigeons voyageurs va être faite au Congo. Dans quelques jours, en effet, un colombier sera installé à Brazzaville. Cette poste fonctionnera d'abord dans une zone restreinte, puis elle s'étendra progressivement pour gagner le Tchad. Souhaitons qu'elle relie mieux et plus sûrement que le télégraphe, dont les fils sont souvent coupés, le Tchad et le Chari avec Brazzaville. Les ministères de la Guerre et des Colonies, la Société de Géographie ont promis leur aide matérielle et morale à cette œuvre qui mérite d'être encouragée.

§ 9. — Enseignement et Sociétés

Projet de monument à Lamarck. — L'homme qui a été le véritable créateur de la doctrine transformiste, qui, le premier, a posé sur le terrain physiologique le problème de l'origine des formes organiques, c'est l'illustre naturaliste et philosophe Lamarck, membre de l'Académie des Sciences et professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

Tandis que Darwin cherchait à expliquer pourquoi la chaîne des êtres était discontinue et brisée en espèces, Lamarck montrait comment il était possible d'expliquer les procédés par lesquels les formes organiques s'étaient constituées et continuaient à se transformer.

Darwin repose à Westminster. Lamarck n'a pas encore de statue.

Les professeurs du Muséum, estimant que le moment est venu de réparer cet injuste oubli, se proposent d'élever dans le Jardin des Plantes, où toute sa vie scientifique s'est passée et où il a élaboré ses immortels travaux, un monument à la gloire de l'auteur de la *Philosophie zoologique*, du *Système des animaux sans vertèbres*, de la *Flore française*, des *Fossiles des environs de Paris*, du *Système des connaissances positives*, de l'*Hydréologie* et de tant d'autres ouvrages. Avec l'approbation de M. le ministre de l'Instruction publique, ils prennent l'initiative d'une souscription universelle, à laquelle tous sont priés de donner leur concours pour honorer celui que, dans tous les pays, l'on considère comme le père de la conception moderne de l'évolution du monde.

Les souscriptions sont reçues par M. Joubin, professeur au Muséum, secrétaire du Comité, 55, rue de Buffon, à Paris.

[1] *Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Paris*, mai 1906, n° 5.

LE PROBLÈME DE LA GRAVITATION

I. — Les idées actuelles.

Lorsqu'en 1687 Newton publia la loi de l'attraction universelle, deux courants d'opinion se formèrent dans le monde savant. Les uns, séduits par la simplicité de la loi nouvelle, l'acceptèrent d'enthousiasme et y virent *la loi de la nature* destinée à tout expliquer. Les autres, très nombreux au début, tout en reconnaissant la valeur de fait de la loi, n'y virent qu'une manière nouvelle d'exprimer des faits dont la cause demeurait inexplicable.

A cette époque, en effet, le monde savant, restreint à une élite très peu nombreuse, était préoccupé surtout de la cause des phénomènes.

Les tourbillons de Descartes, qui plaçaient la *cause* universelle dans des « esprits subtils » répandus partout, avaient de nombreux partisans; la tendance générale était de trouver partout ces esprits ou fluides. Le monde savant de l'époque n'était pas disposé à admettre, dans la nature des principes directeurs, des vertus occultes; il concrétisait dans les fluides subtils la cause des phénomènes. Aussi l' « attraction », dont Newton précisa l'idée, mais à laquelle Kepler et bien d'autres avaient déjà pensé, ne fut pas comprise comme elle l'est aujourd'hui.

Mais, lorsqu'il fut bien établi que « tout se passe comme si » les corps s'attiraient à distance, suivant la loi de Newton; lorsque la Mécanique céleste et toutes les branches de la Science eurent fait, par les applications de cette loi, des progrès considérables, l'idée d'attraction à distance s'imposa peu à peu.

Les expériences de Cavendish, qui firent, en 1798, toucher du doigt l'existence de la force attractive, contribuèrent puissamment à créer un état d'esprit nouveau. Il en résulte qu'à l'heure actuelle la notion d'attraction à distance est devenue primordiale et domine toute préoccupation de chercher comment une attraction peut se faire sentir à distance.

On peut même dire que le principe de causalité de la Mécanique rationnelle appliquée à la Physique théorique n'est pas le principe d'inertie qui définit la force, mais bien « le principe de l'attraction à distance ». Qu'on cherche, en effet, dans toutes les théories physiques, on trouvera toujours, à la base, une force due à une attraction (ou à une répulsion) entre masses petites ou grandes.

L'évolution de la théorie de la lumière est, à cet égard, particulièrement frappante. Les ondulations de l'éther, agissant de proche en proche, avaient remplacé l'émission des particules. Aujourd'hui, les actions à distance entre électrons tendent à remplacer les ondulations. Et il est bon de noter que le rapport des dimensions des électrons aux distances qui les séparent est si petit qu'on postule vraiment des actions à grande distance, n'ayant aucun rapport avec des effets se transmettant de proche en proche.

Si l'on songe à l'unité présentée par les théories physiques, on ne peut que se louer de cet état d'esprit. Le principe de la conservation de l'énergie, conséquence directe du principe d'attraction à distance, semble bien être le couronnement de l'œuvre. Le jeu de forces immuables, car elles sont immuables de par leur origine, ne peut faire intervenir qu'une « somme de causes » immuable elle-même : c'est l'énergie.

Il y a cependant un point où l'unité semble cesser. Dans l'étude de la chaleur, on rencontre, en effet, à côté du principe de l'équivalence, cas particulier du principe de la conservation de l'énergie, le principe expérimental de Carnot. Débarrassé de tout l'appareil analytique dont on l'entoure pour ses applications, et qui contribue certainement à en diminuer et à en obscurcir la portée physique, ce principe correspond aux faits d'expérience suivants :

Un phénomène calorifique est toujours décelé par une variation de température. Cette variation a pour origine ou bien l'action directe du Soleil, ou bien des actions chimiques, mécaniques, électriques, etc., etc. On sait que, dans ces derniers cas, il y a équivalence entre l'énergie calorifique apparue et les quantités disparues de l'énergie dont la mise en jeu a provoqué le phénomène calorifique.

Or, le fait d'expérience dont Carnot et Clausius ont fait un principe, c'est qu'une différence de température apparue, pour une cause quelconque, dans un système donné, s'annule toujours. On n'a jamais constaté ni que l'état d'un système dans lequel des différences de température ont été introduites constitue un état d'équilibre stable, ni que l'équilibre se rétablisse par une augmentation de la différence de température introduite, ce qu'on peut exprimer en disant : « La chaleur passe d'elle-même des corps chauds sur les corps froids et jamais, d'elle-même, des corps froids sur les corps chauds ». On peut donc dire aussi qu'un phénomène calorifique est « l'évolution » d'une quantité de chaleur dirigée toujours dans un même sens. Il y a, de plus, ce qu'on appelle l'augmentation de l'entropie d'un système isolé, qui se démontre à l'aide du principe

de Carnot. Imaginons un système isolé du reste du monde, et à une température uniforme t. A un moment donné, une cause extérieure instantanée quelconque introduit dans le système une quantité d'énergie W, qui se traduit par le fait qu'une portion du système passe de la température t à la température $t' > t$. Une quantité finie de chaleur va donc passer de cette portion du système dans tout l'ensemble, où elle se répartit uniformément. Le système, étant isolé, est, par suite, fini; sa capacité calorifique aussi; sa température finale se trouvera donc élevée à t'', et l'on aura :

$$t' > t'' > t.$$

Imaginons maintenant qu'une cause identique introduise de nouveau une quantité d'énergie W, qui amènera la mise en liberté d'une quantité de chaleur Q, à température t'. Cette quantité Q tombera vers le système dont la température est devenue t''; la « hauteur de la chute » sera donc moindre et, par suite, l'énergie libre, représentée par la quantité de chaleur Q, sera moindre aussi. Voilà, dans un langage forcément imprécis, à quoi revient l'« irréversibilité » des phénomènes calorifiques.

On pourrait, il me semble, résumer ce qui précède en formulant le « principe de causalité » suivant : *Quand de la chaleur est mise en liberté, elle disparaît toujours, et la cause de cette disparition est toujours une chute de chaleur dirigée des corps chauds vers les corps froids.*

On sait[1] que des mathématiciens illustres : Clausius, Helmholtz, Boltzmann ont essayé vainement de faire rentrer dans les équations générales de la Mécanique rationnelle les phénomènes irréversibles. Récemment, au cours du développement donné aux théories cinétiques pour les appliquer à la théorie des électrons, on a cherché à interpréter ce désaccord à l'aide de la loi des grands nombres.

Dans les théories cinétiques, où le « principe d'attraction » règne en maître, on fait des hypothèses non sur les faits, mais sur leur probabilité. Ces hypothèses de probabilité portent sur les mouvements de particules extrêmement petites par rapport à la molécule chimique, et dont le nombre est extrêmement grand. Les sens du physicien, très grossiers par rapport à ces particules, ne perçoivent pas d'effets isolés; ils enregistrent, à chaque instant, un effet moyen. La marche apparente d'un phénomène est, en réalité, la succession de ces effets moyens; et c'est la moyenne qui, en dernière analyse, nous apparaît comme irréversible. Mais l'effet élémentaire de chaque moyenne serait réversible. La probabilité pour que la moyenne perçue coïncide avec l'effet élémentaire est infiniment petite. Donc nous ne percevons jamais que l'irréversibilité.

Néanmoins, il pourrait arriver que, par extraordinaire, nous percevions une fois la réversibilité. C'est ainsi que le plus illustre des cinétistes a écrit qu'il ne faudrait pas nous étonner outre mesure si plaçant sur un fourneau allumé une bouilloire pleine d'eau, nous voyions cette eau se congeler au lieu de bouillir. Tout le monde n'accepte pas cette manière de voir. Maxwell avait fait observer que les hypothèses cinétiques entraînaient quelques restrictions; M. Lippmann[1], reprenant la restriction de Maxwell, en a fait une objection à laquelle il a donné une forme très frappante. Il a montré que, dans un gaz à constitution cinétique, on pourrait, avec des mécanismes de dimensions visibles, obtenir un transport de chaleur sans dépense de travail. Ce qui est bien certain, c'est que, dans un milieu à constitution cinétique, il existerait indéfiniment des particules en mouvement. Nous savons que c'est le contraire qui a lieu dans les milieux réels; cela est si vrai qu'on en a tiré la généralisation universellement admise du principe de Carnot : le principe de la *dégradation de l'énergie*. Il s'applique même aux phénomènes d'ordre purement mécanique que nous observons à la surface de la Terre. Envisageons, en effet, la chute d'un corps, par exemple une masse rocheuse tombant du sommet d'une montagne au fond d'une vallée. Cette chute entraîne d'abord une dégradation d'énergie par suite du frottement contre l'air et du choc contre le fond de la vallée. Mais il y a plus : après la chute, le niveau moyen du fond se trouve élevé, en sorte que la quantité d'énergie libre résultant de la présence au sommet de la montagne d'une masse rocheuse égale à la première, a diminué. Ainsi, à tous les degrés, il y a incompatibilité entre l'irréversibilité des phénomènes et la causalité réversible à laquelle les explications mécaniques les font remonter. Seuls, les phénomènes astronomiques semblent faire exception.

Le dilemne qui se pose est donc le suivant : Ou bien la loi des grands nombres est la loi de la Nature, ou bien le « principe d'attraction à distance » n'est qu'une première approximation.

Il y a là un ensemble de raisons qui mettent le problème de la gravitation au premier rang des questions actuelles.

II. — Les deux espèces d'inertie.

Mais il y a des raisons nouvelles dues aux développements les plus récents des théories électrocinétiques. Dans ces théories, on a été amené à envisager deux espèces d'inertie très différentes :

[1] Poincaré : *Thermodynamique*, chap. xvii.

[1] *Congrès de Physique*, t. I, p. 546.

l'inertie ordinaire, due à la masse des corps en mouvement, et l'inertie *électromagnétique*, due à la charge électrique que ces corps peuvent porter. Il y aurait donc une *masse électromagnétique*, mais elle n'obéirait pas à la gravitation ; elle serait, de plus, fonction de la vitesse. Or, en expérimentant sur les rayons β du radium, M. Kauffmann a cru constater que la masse des particules en mouvement qui constituent ces rayons est purement électromagnétique. On aurait ainsi isolé l'une de l'autre ces deux choses jusqu'ici inséparables : la charge électrique et son support pondérable ; par suite, on pourrait concevoir l'énergie cinétique *abstraction* faite de l'invariante masse.

Avec la virtuosité que les cinétistes déploient dans l'art des hypothèses, ils ont immédiatement retourné les conséquences de ce fait et se sont demandé si la masse gravitante ne serait pas, tout comme l'augmentation de l'entropie, une apparence trompeuse, ce qui les a inévitablement amenés à supposer que la gravitation serait d'origine électro-magnétique. Ces hypothèses et plusieurs autres qui en sont dérivées soulèvent de nombreuses difficultés. Elles amènent même à des impossibilités.

C'est ainsi que, dans les théories cinétiques, on se sert d'une façon permanente des équations de la Mécanique rationnelle et en particulier du théorème des forces vives. Or, que deviennent ces équations si la masse dépend de la vitesse? que deviennent-elles s'il n'y a plus de masse du tout, au sens invariant de ce mot? Que devient la notion d'*énergie* dans un système où il n'y a plus de masse ?

Comment peut-on appliquer à cette notion nouvelle d'inertie sans masse gravitante, les raisonnements implicitement contenus dans toutes les équations de la Mécanique, qui n'ont de sens précis que lorsque l'inertie et, par suite, l'énergie cinétique ont pour origine une masse gravitante. D'ailleurs, ces particules à inertie purement électromagnétique émanent de corps pesants. Certains croient que l'émanation de ces corps se transforme en corps pesants eux-mêmes. Il y aurait donc une période où la gravitation disparaîtrait pour réapparaître ensuite.

Il n'est pas douteux qu'avec un nombre fini, mais grand, d'hypothèses nouvelles, la théorie cinétique tournera les difficultés. Mais il est indispensable d'aborder la question par un autre côté. Si l'on pouvait jeter quelque lueur sur la façon dont l'attraction se fait sentir à distance, on trouverait peut-être, sans accumuler les hypothèses, le moyen de résoudre quelques-uns de ces problèmes. On pourrait probablement substituer au « principe d'attraction à distance », cause initiale des difficultés actuelles, un principe plus en accord avec la réalité, et en particulier avec le fait expérimental de l'irréversibilité.

Pour atteindre ce but, on peut soumettre à l'expérimentation directe certaines hypothèses relatives à la façon dont la gravitation peut se faire sentir à distance, et que nous allons développer.

III. — La gravitation et l'expérience.

Voyons d'abord ce que nous savons sur la gravitation. Les seules expériences faites ont consisté dans la détermination de la densité de la Terre, et l'étude des variations de l'accélération de la pesanteur. Ces recherches, qui ont exigé l'effort continu de plusieurs générations de savants, présentent des difficultés considérables. En ce qui concerne la densité moyenne de la Terre, le résultat n'est pas même connu au millième. Aucun autre genre d'expérience n'a d'ailleurs été tenté.

Les idées théoriques relatives à la cause de la gravitation auraient pu servir de guide à l'expérimentation. Mais elles se réduisent à très peu de chose. Au XVIIIe siècle, la question fut abordée dans un grand nombre de « dissertations ». Les plus intéressantes furent publiées à la suite des concours ouverts sur ce sujet par différentes Académies. En particulier, l'Académie française, en 1720, mit au concours « la cause de la pesanteur ». A la distribution des récompenses de ce concours, Montesquieu, président de l'Académie, fit un résumé des différents Mémoires[1]. Le discours récompensé, celui de Bouillet, médecin à Béziers, est intéressant à lire : tout imprégné des idées de Descartes, Bouillet attribue la pesanteur à des tourbillons coniques de l'éther. Il calcule même la vitesse que devraient avoir ces tourbillons. Ce travail est très curieux comme document sur les idées de l'époque au sujet de la notion d'attraction.

On connaît la théorie, plus récente, des corpuscules ultramondains de Lesage et la tentative, toute contemporaine, de C. A. Bjerkness. Dans aucune de ces théories on ne peut puiser l'idée de vérifications expérimentales réalisables. Notons seulement que, malgré leur rareté, les essais théoriques ont cependant tenté les chercheurs, tandis qu'aucun n'a abordé l'expérimentation directe. C'est que non seulement la petitesse des actions en jeu rend les expériences très délicates, mais encore la singularité des propriétés de la gravitation, révélées par l'observation directe, brise l'effort de l'imagination expérimentale.

Aucune matière connue n'échappe à la gravitation, et cette forme d'énergie universelle échappe cependant à toutes les actions qui influent sur les

[1] *Œuvres posthumes de Montesquieu.*

autres formes d'énergie. La lumière, par exemple, se propage, se réfléchit, se réfracte, se diffracte. Elle admet des écrans, on peut la dissocier. La gravitation n'est arrêtée, déviée ou altérée d'une manière quelconque par aucune substance connue. Elle se fait sentir à distance, mais il ne semble pas qu'elle se propage; ou, si elle le fait, c'est avec une vitesse sur l'ordre de grandeur de laquelle nous n'avons que les notions les plus contradictoires. On sait, par exemple, que les anomalies de la théorie de certaines planètes inférieures conduisent à attribuer à cette vitesse des valeurs qui sont tantôt de l'ordre de celle de la lumière, tantôt un million de fois plus grandes.

En tout cas, n'ayant aucun écran à opposer au flux de gravitation, aucune substance sur laquelle le faire réfléchir, il est impossible d'imaginer une expérience directe destinée à mesurer la vitesse de cette propagation problématique. L'analogie expérimentale, guide si souvent précieux dans l'étude des phénomènes physiques, nous laisse donc, dans le cas de la gravitation, aussi désarmés que les essais théoriques.

IV. — La gravitation et le principe de la dégradation de l'énergie.

On a vu plus haut que l'intérêt actuel du problème de la gravitation provient, en partie, de l'incompatibilité entre deux principes de causalité. Or, cette incompatibilité peut, à défaut d'autres guides, servir de point de départ à une série de recherches expérimentales.

Si l'on admet *a priori* qu'il n'y a, pour les phénomènes naturels, qu'un seul principe de causalité, il y a lieu de rechercher si la causalité physique, dérivée du « principe d'attraction », n'est pas simplement une première approximation, que des termes complémentaires ramèneraient au principe de causalité irréversible exprimé par la loi de la dégradation de l'énergie, loi dérivée, comme on sait, du principe de Carnot.

La question expérimentale revient alors à étudier l'attraction newtonienne dans des conditions où l'on puisse voir si ses effets obéissent ou non au principe de dégradation de l'énergie. Quelques remarques vont nous permettre de préciser la nature de ces expériences.

Les phénomènes qui ont pour siège la matière pondérable ont pour origine l'évolution, au sein de cette matière, d'une quantité d'énergie libre de forme déterminée, évolution accomplie toujours à partir d'un certain niveau initial vers un niveau final plus bas. Or, cette évolution entraîne inévitablement une transformation partielle en une énergie de forme différente, et c'est cette transformation qui provoque la dégradation d'énergie résultant du phénomène considéré. Par exemple, de l'énergie mécanique, évoluant au sein d'une masse isolée d'un gaz, y provoque non seulement une réaction élastique, mais encore une transformation partielle de travail en énergie calorifique. L'effet de cette transformation s'ajoute à la réaction élastique du gaz pour s'opposer à l'évolution perturbatrice. Le résultat final est tel que l'entropie du système a augmenté. La quantité d'énergie libre qu'il contient a diminué. En fait, en dehors de la gravitation, on ne connaît aucun phénomène qui ne mette en jeu qu'une seule forme de l'énergie.

V. — Extension a la gravitation de quelques hypothèses déja faites pour d'autres phénomènes.

Cela posé, nous admettrons d'abord que la gravitation est due à quelque propriété encore inconnue de l'éther du vide, de ce milieu impondérable dont les physiciens ont été amenés à remplir tout l'espace et qu'ils font pénétrer dans tous les corps.

D'autre part, considérons deux observateurs hypothétiques :

Le premier, antérieur à Archimède, connaîtrait le fait de la poussée hydrostatique sans en connaître la loi; il ignorerait le fait et la loi de l'attraction newtonienne. La poussée lui apparaîtrait alors comme due à une attraction des corps plongés dans le liquide par la surface supérieure de ce liquide; et il constaterait qu'aucun écran n'arrête ou ne modifie les effets de cette pseudo-attraction.

Le second observateur, postérieur à Archimède, mais antérieur à Newton, connaîtrait le principe d'Archimède, et ignorerait l'attraction newtonienne. Il attribuerait logiquement la poussée hydrostatique à une tendance du liquide à occuper, à l'exclusion de toute autre matière, la portion d'espace qui lui est offerte. Pour lui, la poussée serait due à une propriété résultant en chaque point de la présence du liquide.

Nous sommes, vis-à-vis du fait expérimental et des propriétés connues de l'attraction newtonienne, que nous attribuons par hypothèse à une propriété inconnue de l'éther, dans une situation analogue à la fois à celle de nos deux observateurs.

Nous pouvons donc faire des hypothèses analogues à celles qu'ils auraient faites, et imaginer que l'attraction newtonienne est due à une tendance de l'éther à chasser de son sein tous les corps hétérogènes; seulement, comme l'éther occupe tout l'espace imaginable, il ne peut que tendre à rendre minimum l'hétérogénéité due aux différentes portions de matière en les réunissant en une seule. C'est à cela que revient l'extension à

l'éther gravifique du principe de la dégradation de l'énergie. On imaginera que, par suite d'une orientation initiale du système du monde, occupé au début par un chaos d'éther et de matière, ce système tend vers un état d'équilibre final qui sera atteint lorsque l'éther aura réduit à une seule toutes les portions de matière pondérable encore isolées.

On fait ainsi remonter l'attraction newtonienne à une causalité irréversible. La notion d'*énergie gravifique libre* en découle immédiatement. Pour deux masses m et m', à distance r, susceptibles d'occuper, une fois réunies entre elles, un volume sphérique V de rayon a, elle aura pour expression :

$$\frac{mm'}{r^2}(r-a).$$

Nous allons voir que la légitimité de ces hypothèses, ou plus exactement de leur extension à la gravitation, est susceptible de se prêter à un contrôle expérimental.

§ 1. — Recherche d'une transformation de l'énergie gravifique.

En premier lieu, l'évolution au sein de l'éther d'une quantité donnée d'énergie gravifique pourra entraîner une transformation partielle intervenant d'après le processus que nous avons rappelé.

Soient deux masses maintenues immobiles et séparées par une distance finie. Au moment où on les laissera libres d'obéir à leur attraction mutuelle, une transformation devra intervenir qui ajoute ses effets à l'inertie de ces masses pour s'opposer à l'évolution commençante, c'est-à-dire à la variation du flux gravifique qui traverse l'éther d'une masse à l'autre. De même, si une des masses est brusquement lancée avec une grande vitesse qui tende à l'éloigner de l'autre, un supplément d'attraction interviendra au moment de l'impulsion. On devra donc observer une impulsion de la masse laissée fixe dans le sens du mouvement communiqué à l'autre masse.

L'expérience a été tentée, il y a quelques années, sous la forme suivante : Sous le plateau d'une balance très sensible, sans couteau [1], on suspendait une sphère équilibrée par des poids convenables. En approchant de cette sphère une très grosse masse de plomb, on obtenait une déviation de quelques millimètres, due à l'attraction newtonienne. Quand l'équilibre était rétabli, un système de déclic très puissant lançait brusquement vers le bas la grosse masse de plomb. (Les appareils étaient installés de telle façon que la projection de cette masse ne communiquait aucune trépidation à la balance). L'effet attendu était une impulsion de la sphère, dans le sens du mouvement communiqué à la masse attirante, tout comme si un supplément d'attraction se produisait à l'instant où l'accélération de haut en bas était communiquée. Les résultats ont été négatifs. Mais les variations de flux mises en jeu étaient très faibles, et l'inertie de la balance trop considérable. Il y a lieu de reprendre ces expériences avec des appareils mieux appropriés.

§ 2. — Variation de l'énergie gravifique libre avec l'état de la matière.

Les hypothèses faites plus haut placent l'énergie gravifique au sein de l'éther qui provoque la gravitation. Il est donc logique de s'attendre à ce que l'énergie gravifique libre varie quand les propriétés de l'éther varient, par suite de la coexistence avec lui de matière sous des états différents.

On sait que les gaz ne modifient pas sensiblement la plupart des propriétés électriques ou optiques de l'éther ; en tous cas, les modifications sont les mêmes, quelle que soit la nature du gaz. Au contraire, les liquides modifient considérablement les propriétés de l'éther, et de façon fort différente suivant leur nature. Il y a donc lieu de s'attendre à voir les lois de la gravitation se modifier quand on les étudiera au sein d'un liquide, bien que les liquides ne fassent pas écran aux forces newtoniennes.

Une objection se présente cependant tout de suite, tirée du principe d'Archimède. En y comprenant le fait de la pesanteur et le principe de Pascal, l'énoncé d'Archimède devient le suivant : « Les liquides transmettent la pression qui résulte de leur pesanteur en tous les points de leur masse ; les corps baignés dans cette masse seront soumis à la différence entre cette pression et l'action directe que la pesanteur exerce sur eux ».

Or, les expériences les plus courantes confirment le principe d'Archimède. En particulier, les densités des solides, déterminées par la méthode du flacon d'une part, et par la balance hydrostatique d'autre part, coïncident au moins au dix-millième près.

Il semble donc que la gravitation obéit, à moins d'un dix-millième près, à des lois identiques dans le vide, dans un gaz ou dans un liquide ; et, comme on ne peut pas espérer, dans des expériences de gravitation, une précision supérieure au millième, il n'y a pas lieu d'essayer de l'obtenir.

En réalité, cette objection ne résiste pas à une analyse faite à l'aide des hypothèses qui nous guident. L'éther se trouve, dans le cas de la pesanteur, soumis à un champ gravifique très sensiblement uniforme. Dans une expérience de gravitation, au contraire, on opère sur des masses infiniment plus faibles que celle de la Terre ; le champ gravifique

[1] Voir, pour ces balances, *Journal de Physique*, juillet 1902.

qui les sépare est extrêmement convergent; l'état de l'éther soumis à ce champ peut différer notablement de ce qu'il est dans le champ uniforme; en ajoutant à cette modification la modification très grande due à la présence d'un liquide, il n'y a rien d'absurde à espérer que la variation résultante sera supérieure au degré d'approximation que comportent les expériences et, par suite, visible.

Si la coïncidence entre les valeurs des densités des solides déterminées par les deux méthodes était *parfaite*, on pourrait évidemment prévoir que la variation cherchée serait nulle; mais cette coïncidence parfaite n'a pas encore été démontrée; et il suffit d'une différence, si petite soit-elle, pour que l'on puisse légitimement s'attendre à la voir augmenter en modifiant les conditions expérimentales aussi profondément qu'on peut le faire.

Voici les deux expériences qui ont été entreprises dans ce but.

1. *Expériences sur des gouttes liquides.* — On peut obtenir des liquides non miscibles et de densités identiques. Les propriétés calorifiques, électriques et optiques de ces liquides, par suite l'état de l'éther coexistant, sont, au contraire, très différentes. Considérons une grande masse d'un liquide A au sein duquel nous immergerons deux gouttes d'un liquide B, de même densité que A et non miscible avec lui. En vertu du principe d'Archimède, et dans la théorie du potentiel newtonien, les gouttes B sont en équilibre indifférent. Au contraire, si nous envisageons l'énergie gravifique libre de l'éther coexistant avec le liquide A, nous voyons qu'elle n'est pas nulle. Pour cet éther, en effet, les gouttes B, dans lesquelles l'état de l'éther est très différent, constituent une hétérogénéité que, par hypothèse, il tendra à rendre minimum. Les gouttes ne seront donc pas en équilibre; elles se rapprocheront jusqu'à se réunir en une seule; le minimum sera alors atteint.

L'expérience, très délicate, a été réalisée il y a quelques années. On en trouvera les détails ailleurs [1]. Le résultat a été positif. Les gouttes d'huile d'olive, placées dans un mélange d'eau et d'alcool, se rapprochent lentement, et les trajectoires de leurs mouvements cadrent assez bien avec l'interprétation proposée. Toutefois, ces expériences ne sont que qualitatives. Elles ne comportent pas de mesures. Leurs résultats n'ont été qu'un encouragement à entreprendre l'expérience plus difficile de la mesure des effets de la gravitation au sein des liquides.

2. *Essais de mesure de l'attraction newtonienne au sein des liquides.* — D'après les idées courantes, si l'on répète l'expérience de Cavendish dans l'air, puis dans un liquide, sans rien changer par ailleurs aux conditions de l'expérience, on devra observer dans l'eau des déviations plus faibles que dans l'air; si d est la densité du corps attiré, d' celle du liquide, elles seront diminuées dans le rapport :

$$\frac{d-d'}{d}.$$

Au contraire, d'après les considérations précédentes et les résultats de l'expérience des gouttes liquides, il y aura non seulement la poussée hydrostatique, mais un terme de signe contraire, fonction de l'état de l'éther au sein du liquide et au sein des masses immergées.

Si δ est la déviation observée dans l'air, la déviation calculée d'après les idées actuelles serait :

$$\delta \times \frac{d-d'}{d}.$$

D'après les hypothèses ci-dessus, elle devait être plus grande.

Des expériences ont été poursuivies dans cette voie depuis cinq ans. Trois années ont été nécessaires pour obtenir une installation et des appareils convenables. Au cours des deux dernières années, des séries d'observations assez nombreuses ont été effectuées. Toutes concordent à montrer que la force mesurée au sein de l'eau est supérieure à la force prévue par la théorie de l'attraction à distance et le principe d'Archimède. Les écarts ont été de l'ordre de 1/8 en 1905 et de 1/12 en 1906. La différence entre les sphères mobiles employées au cours de ces deux séries suffit à rendre compte de la différence de ces écarts d'une année à l'autre.

On trouvera dans les publications techniques [1] les détails relatifs aux recherches déjà faites.

Avant de conclure, il est nécessaire de dire que ces expériences sont extrêmement difficiles. Elles exigent une installation spéciale, une stabilité mécanique parfaite, des appareils coûteux et délicats. On ne peut donc faire tout ce qui serait nécessaire, et la valeur des résultats s'en ressent.

De plus, à côté de causes d'erreur connues, et qu'on peut arriver à éliminer, il y a certainement des causes inconnues; elles sont d'autant plus à redouter qu'on opère sur des forces qui atteignent à peine quelques centièmes de dynes, dans les cas les plus favorables.

Aussi n'est-ce que sous les réserves résultant de ce qui précède que nous tirerons la conclusion provisoire suivante : *Au sein de l'eau, dans des*

[1] *Comptes rendus*, t. CXL, p. 80, 1905, et *Journal de Physique*, 4e série, t. V, p. 25.

[1] *Comptes Rendus*, tome CXLIII, p. 887, 1906; *Journal de Physique*, loc. cit.

champs gravifiques très convergents, il semble que les solides soient soumis à quelque chose de plus que la différence entre la poussée hydrostatique et la force gravifique.

En résumé, et quoi qu'il en soit des résultats déjà obtenus, l'étude expérimentale de la gravitation, longtemps paralysée, pourrait peut-être entrer dans une voie nouvelle par l'application de principes déjà posés et d'hypothèses déjà faites dans d'autres branches de la Physique, où elles ont produit de nombreuses découvertes.

Victor Crémieu,
Docteur ès sciences,
Préparateur à la Sorbonne

LE RÉGIME FUTUR DE L'ÉLECTRICITÉ A PARIS

La question du régime futur de l'électricité à Paris semble approcher d'une solution.

Cette question, plus encore que celle du gaz, est délicate et complexe. Il n'y a, en effet, pour le gaz, qu'une Compagnie concessionnaire et qu'un mode de canalisation, tandis que, pour l'électricité, il y a, sans compter le Secteur municipal, six Secteurs administrés par six Compagnies distinctes, n'ayant pas le même système de distribution et dont les concessions prennent fin à des dates différentes. Pour le gaz, presque toutes les voies sont canalisées : pour l'électricité, la distribution reste encore à faire dans bien des rues. On voit donc qu'indépendamment des difficultés communes aux régimes du gaz et de l'électricité, le régime de l'électricité à Paris soulève beaucoup d'autres questions, qui lui sont propres. Dans ces conditions, il ne faut pas s'étonner si, sollicités par tant d'intérêts en jeu, obligés d'examiner de près tant de points de vue différents, le Conseil municipal de Paris et le Conseil général de la Seine hésitent encore avant d'adopter une décision définitive.

Examinons, en quelques mots, quelle est la situation.

I

Actuellement, les six Compagnies concessionnaires de la distribution de l'énergie électrique sont : la *Société d'éclairage et de force par l'électricité*, la *Compagnie continentale Edison*, la *Compagnie de l'Air comprimé*, la *Compagnie du Secteur de la place Clichy*, la *Compagnie du Secteur des Champs-Élysées* et celle du *Secteur de la Rive gauche*.

Les concessions de ces Sociétés expirent aux dates suivantes :

Société d'éclairage et de force par l'électricité, et Cie continentale Édison . .	8 Avril 1907
Compagnie de l'Air comprimé. . . .	9 Avril 1907
Cie du Secteur de la place Clichy . . .	18 Avril 1907
Cie du Secteur des Champs-Élysées .	13 Avril 1908
Cie du Secteur de la Rive gauche . . .	11 Décembre 1908

La *Société d'éclairage et de force* distribue du courant continu à 110 volts dans un réseau à deux fils. Une partie du courant est engendrée directement dans trois usines situées dans Paris, rue d'Alexandrie, rue de Bondy et quai de la Loire. Une autre partie est engendrée sous forme alternative diphasée à 6.000 volts, fréquence 40, dans une autre usine, située à Saint-Ouen, et commutée dans les sous-stations de la gare du Nord et du boulevard Barbès.

La *Compagnie Edison* a une usine à Saint-Denis, et deux usines à Paris : l'une faubourg Montmartre, l'autre avenue Trudaine. Ces deux dernières produisent directement du courant continu à à 2×110 volts, tandis que l'usine de Saint-Denis fournit du courant continu à 2×2.200 volts, qui est transformé en courant continu à 2×110 volts dans des sous-stations.

Sur le Secteur de la *Compagnie de l'air comprimé*, le courant est engendré à 440 volts dans l'usine principale du quai Jemmapes : trois sous-stations se bornent à régler et à subdiviser la tension dans le réseau à 5 fils et 4×110 volts. Pour une faible part, les vieilles usines du boulevard Richard-Lenoir et de la rue Saint-Fargeau envoient du courant continu à haute tension, qui est converti dans les sous-stations.

Le *Secteur de Clichy* engendre, dans son usine de la rue des Dames du courant continu à 440 volts, qui est porté par des feeders à 2 fils sur les fils extrêmes d'un réseau à 5 fils à 4×110 volts. Huit sous-stations d'équilibrage, dispersées sur le réseau, égalisent la tension entre les 4 ponts. L'usine à vapeur de la rue des Dames étant insuffisante, le secteur de Clichy achète à la Compagnie du Triphasé du courant triphasé à 5.000 volts, fréquence 25, produit à l'usine d'Asnières. Ce courant arrive à l'usine de la rue des Dames, où il est commuté en courant continu à 440 volts qui est débité en parallèle avec le courant engendré directement.

Le *Secteur des Champs-Élysées* ne possède également qu'une usine, située à Levallois-Perret ; cette usine produit du courant alternatif monophasé à 3.000 volts et à la fréquence 40. Des trans-

formateurs, placés chez les abonnés, abaissent la tension à 110 volts.

Tout le réseau du *Secteur de la Rive gauche* est alimenté par son usine d'Issy. Le courant fourni est alternatif monophasé à 3.000 volts, fréquence 42; la tension est réduite à 110 volts par des transformateurs installés dans des sous-stations ou chez le consommateur lui-même.

L'ensemble du réseau desservi par les six Compagnies concessionnaires a une longueur de plus de 600 kilomètres.

Les cahiers des charges ont fixé à 1 fr. 50 pour la lumière et à 0 fr. 70 pour la force motrice le prix maximum du kilowatt-heure; mais, en réalité, les tarifs appliqués aux consommateurs sont compris en général entre 1 franc et 1 fr. 30 le kilowatt-heure pour la lumière et entre 0 fr. 50 et 0 fr. 60 pour la force motrice. A ces prix, il faut ajouter les dépenses de branchements, de colonnes montantes et de locations de compteurs.

Le *Secteur municipal*, très peu important, a une usine aux Halles et de petites usines à l'Hôtel-de-Ville, au square Saint-Pierre, au boulevard Morland, aux Buttes-Chaumont et au Parc-Monceau. La puissance totale n'est que de 1.000 kilowatts environ.

La production comprend à la fois du courant continu à 2×110 volts, 3 fils, et du courant alternatif monophasé à 2.400 volts, avec transformateur chez l'abonné.

II

Avant de songer au régime définitif à adopter, il fallait d'abord organiser un régime transitoire, rendu absolument nécessaire par suite du peu de temps restant à courir jusqu'aux dates d'expiration des concessions des différents Secteurs, ce qui ne permettait pas d'établir tout de suite une organisation de longue durée. Mais, là, on se heurtait à de nombreuses difficultés. Si l'on traitait avec les Secteurs pour assurer le service de l'éclairage pendant cette période de transition, il fallait proroger leurs concessions, et cette prorogation était trop courte (puisqu'elle n'avait qu'un but provisoire) pour leur permettre, d'une part, d'amortir les dépenses de nouvelles canalisations, et, d'autre part, d'abaisser le prix courant. Dès maintenant, les Secteurs électriques, arrivant à la fin de leurs monopoles, ne canalisent plus de voies nouvelles et exigent pour les nouveaux abonnés, au lieu de redevances pour la location des branchements et colonnes montantes, les prix de ces travaux payés comptant. Ces débours, relativement élevés, découragent presque toujours le client, qui préfère renoncer à l'éclairage électrique. Un régime provisoire avec les Secteurs ne pouvait que laisser se continuer un pareil état de choses.

En admettant que les futurs concessionnaires assurassent ce régime provisoire avec les usines et canalisations actuelles des Secteurs, comment ces concessionnaires pourraient-ils s'entendre avec la Ville et avec les Secteurs pour l'usage d'un matériel disparate et déjà ancien et de canalisations de systèmes différents, le tout destiné à être transformé ou remplacé? En tous cas, et en admettant même d'autres combinaisons, on comprend que ce premier problème n'était pas facile à résoudre.

III

Quant au projet définitif, il soulevait les plus graves questions, puisqu'il fallait concilier à la fois l'intérêt du consommateur, celui de la Ville et celui du concessionnaire, et qu'il entraînait des considérations, non seulement d'ordre technique, mais aussi d'ordre économique et financier.

La première de ces questions, celle qui touche de plus près le consommateur, était celle de la fixation du prix courant. Les tarifs actuels sont environ le double des tarifs appliqués dans la plupart des villes de province et dans presque toutes les grandes villes de l'étranger, où le prix du kilowatt-heure varie entre 0 fr. 50 et 0 fr. 75 pour la lumière et entre 0 fr. 20 et 0 fr. 25 pour la force motrice. En banlieue, aux portes mêmes de Paris, le courant se vend 0 fr. 50 à 0 fr. 70 le kilowatt-heure pour l'éclairage. A Paris, lorsqu'il s'agit de gros consommateurs, tels que les Compagnies de chemin de fer et le Métropolitain, les Secteurs abaissent leurs prix jusqu'à 0 fr. 12 et au-dessous, et certaine Compagnie de tramways obtient même le courant à un prix qui n'atteint pas 0 fr. 05 le kilowatt-heure : on peut en conclure que le prix de revient est inférieur à ce chiffre.

De l'avis de tous les gens compétents, les prix de 50 centimes pour la lumière et de 25 centimes pour la force motrice seraient suffisamment rémunérateurs pour le concessionnaire, après paiement des redevances. Il en résulterait un accroissement de consommation qui ferait plus que compenser l'abaissement du tarif, et, finalement, tout le monde y gagnerait : le consommateur, l'entrepreneur et la Ville. Surtout depuis l'abaissement du prix du gaz à 0 fr. 20 le mètre cube, il y a actuellement une trop grande différence entre le prix de l'éclairage électrique et le prix de l'éclairage au gaz pour que le consommateur ne donne pas, la plupart du temps, la préférence à ce dernier. En nous basant sur le prix moyen actuel de l'hecto-watt-heure, qu'on peut considérer comme étant de 12 centimes, la consommation d'une lampe à incandescence de

10 bougies coûte environ 4 centimes l'heure. Or, un bec papillon consommant 150 litres de gaz à l'heure, un bec Bengel 100 litres et un bec Auer 60 à 70 litres, leurs dépenses horaires sont respectivement de 3 centimes, 2 centimes et 1,2 centime à 1,4 centime.

De plus, il faut ajouter aux frais courants de consommation de l'énergie électrique ceux de location et d'entretien de compteur, de branchement et de colonne montante. Ces prix sont tellement élevés qu'ils représentent à peu près la moitié du prix de ces compteur, branchement et colonne montante, prix que l'abonné paie pendant toute la durée de son abonnement, sans avoir l'espoir de voir un jour cette dépense s'éteindre par amortissement. Ajoutons à cela, indépendamment des frais de renouvellement des lampes à incandescence, les dépenses d'installation de l'éclairage électrique, que l'on peut considérer comme étant, dans les conditions les plus modestes, de 20 à 30 francs par lampe à incandescence, et l'on comprendra facilement comment, avec les tarifs actuels, un consommateur préférera renoncer à ce mode d'éclairage que grever si lourdement son budget. L'électricité, qui présente une supériorité si incontestable au point de vue de la propreté et de l'hygiène, mérite bien quelques sacrifices de la part de l'abonné; mais il faut limiter l'étendue de ces sacrifices, pour que l'électricité puisse lutter avec avantage contre la concurrence du gaz. Les tarifs actuels de lumière et de force devraient être abaissés au moins de moitié; les prix de location et d'entretien de compteurs, de branchements et de colonnes montantes devraient être notablement réduits, de façon à éviter les abus qui se produisent actuellement, et l'abonné devrait pouvoir se libérer en quelques années par amortissement. Le minimum de consommation devrait disparaître. Enfin, la concurrence entre les entrepreneurs d'installations permettant seule au consommateur de se faire installer l'énergie électrique dans les meilleures conditions, il faut éviter la constitution de tout monopole de fait pour les entreprises d'installation.

C'est seulement dans ces conditions qu'on verra la lumière électrique pénétrer dans les appartements les plus modestes, et, grâce à la force motrice à bon marché, l'industrie des petits façonniers à domicile se développer progressivement. D'où une production intense d'énergie permettant au concessionnaire d'obtenir une meilleure utilisation de son matériel et de réaliser des bénéfices plus importants.

IV

Quant aux considérations d'ordre technique et d'ordre administratif relatives à la production et à la distribution de l'énergie électrique, elles étaient très nombreuses. La Ville devait-elle adopter la régie simple ou la régie intéressée? Fallait-il un seul producteur distribuant le courant, sinon avec une seule usine, du moins avec deux ou trois usines seulement et un seul mode de canalisation? Quelle espèce de courant produirait-on et distribuerait-on : du courant continu ou du courant alternatif? Quel mode de canalisation fallait-il employer?

Abstraction faite de toute considération d'ordre politique, il semblait que la Ville ne fût pas apte à exploiter elle-même une entreprise industrielle de cette importance, et l'exemple du Secteur des Halles n'était pas fait pour militer en faveur de la régie simple. Le principe d'un concessionnaire étant admis, il était incontestable que l'adoption d'un seul producteur, pouvant centraliser ainsi toute la production et toute la distribution de l'énergie électrique nécessaire à la Ville, était la condition la plus favorable pour l'abaissement du prix de revient. Maintenant, comment produire ce courant? Il a été question, à ce propos, d'une solution très intéressante, consistant à utiliser les forces motrices du Rhône; ce projet, qui est certainement le projet de l'avenir, n'était pas encore assez mûr : le délai pour l'application était trop court, et trop de champ était laissé à l'imprévu pour qu'il pût être pris en sérieuse considération; mais les applications les plus récentes montrent qu'avec des turbines à vapeur, on peut, en utilisant de grandes unités, abaisser considérablement les frais de production de l'énergie. On peut même se demander s'il n'y aurait pas lieu de suivre l'exemple que nous donne l'Angleterre, où, dans de grandes villes, la combustion des ordures ménagères a permis de réduire dans de vastes proportions les dépenses de combustibles des usines électriques.

Un concessionnaire unique étant choisi, et le nombre des usines à construire dépendant de la répartition de la consommation dans différents quartiers, il reste à déterminer la forme de courant et le mode de canalisation à adopter. La vogue a été en ces dernières années pour le courant alternatif, transporté à haute tension dans des sous-stations de transformation ou jusqu'aux transformateurs placés chez les abonnés. Actuellement, il se produit, semble-t-il, un revirement en faveur du courant continu, applicable à des usages qui ne tolèrent pas le courant alternatif et que des expériences très concluantes démontrent pouvoir être pratiquement transporté à des tensions allant jusqu'à 100.000 volts. Les avantages et les inconvénients de ces deux modes de courants sont l'objet de vives discussions dans les milieux techniques. En tous cas, si le transport se fait par courants alternatifs,

il faudra assurément opérer la transformation dans des sous-stations et ne placer le transformateur chez l'abonné lui-même que dans le cas d'établissements importants : sauf exceptions, le danger réel que peut courir le consommateur, l'encombrement causé par l'emplacement du transformateur et qui constitue souvent une impossibilité radicale d'adopter l'éclairage électrique, sont des raisons qui doivent faire rejeter définitivement le système consistant à placer le transformateur au domicile même de l'abonné.

Quant à la fréquence à adopter, il semble qu'il n'y ait pas lieu de changer celles de 40 à 42 périodes adoptées par les Secteurs parisiens. Des courants à basses fréquences, telles que 25 ou 15, conviennent aux alternateurs, moteurs et commutatrices, mais seulement dans le cas où les courants alternatifs ne doivent pas être directement utilisés pour l'éclairage; car ces basses fréquences ne sont pas compatibles avec le bon fonctionnement de lampes à arc. L'exemple des Secteurs des Champs-Élysées et de la Rive gauche montre, au contraire, que ce fonctionnement est parfaitement assuré par l'emploi de courants à la fréquence 40 ou 42. La Commission technique avait prévu l'emploi de courants primaires polyphasés à la fréquence 50; mais l'emploi de cette fréquence nécessiterait la transformation du matériel de provenance française des usines de Paris et favoriserait nos concurrents allemands et suisses, qui ont adopté la fréquence 50.

En ce qui concerne le courant continu, les théoriciens sont très divisés sur les avantages et les inconvénients du système à 3 fils et du système à 5 fils. Les partisans du système à 3 fils semblent l'emporter. C'est celui qui a été recommandé dans le Rapport fait par M. Picou au nom de la Commission technique, en se basant sur ce principe qu'il y avait lieu de tendre idéalement vers une uniformisation du système à courant continu pour le centre de Paris. C'est surtout une question d'école, ainsi que le fait remarquer à juste titre M. Sartiaux. Les adversaires du système à 5 fils disent qu'il présente des difficultés pour le maintien d'une tension régulière chez les abonnés. Ses partisans disent que l'expérience ne justifie pas ces craintes, qu'il permet des sous-stations moins nombreuses et, par conséquent, simplifie l'exploitation, qu'il réduit la section des conducteurs et qu'en outre le système cumule les avantages des deux systèmes à fils (2×110 volts et 2×220 volts), enfin qu'il permet de mettre à la disposition des abonnés aussi bien la tension de 110 volts, généralement adoptée en l'état de construction des lampes ordinaires à incandescence, que les tensions de 220 et 440 volts, souvent préférables pour les installations nécessitant de grandes longueurs de câbles. Mais, en admettant que tel ou tel système soit préférable en théorie, il faut, comme le disait sagement la Commission, « tenir compte des exploitations actuelles dont on ne peut oublier les données et les conditions d'exploitation ». On ne peut faire table rase de ce qui existe déjà et assumer les aléas d'une transformation complète des canalisations. On ne peut se dispenser de faire état de trois millions environ de lampes à incandescence existantes, ainsi que des installations intérieures sur lesquelles sont ces lampes et dont la plupart seraient à refaire complètement. Le système à 5 fils existe sur plus des deux tiers de la surface de la rive droite à courant continu et représente environ 280 kilomètres de canalisation sur un total de 420 kilomètres alimentés par ce courant. Serait-il possible et raisonnable de faire une transformation complète sur une si longue étendue? L'évaluation de la dépense atteindrait 12 millions pour le Secteur de l'Air comprimé et 9 millions pour le Secteur de Clichy, sans compter les difficultés que présenterait cette substitution pour exécuter les travaux sans interrompre le service des abonnés.

En résumé, en tenant compte de l'état de choses actuel, il y avait lieu de maintenir le courant alternatif direct avec transformateurs sur les Secteurs des Champs-Élysées et de la Rive gauche; pour ce qui est des réseaux à courant continu, il y était rationnel de les diviser en deux zones : l'une comprenant le Secteur Edison et le Secteur d'éclairage et de force, installés avec un réseau à 3 fils; l'autre, comprenant les Secteurs de Clichy et de l'Air comprimé conservant la canalisation à 5 fils.

V

Après ces considérations générales d'ordre technique, examinons maintenant en quelques mots quelle fut la série des négociations engagées entre la Ville de Paris et les auteurs des différentes propositions ayant trait à la concession de la distribution d'énergie électrique.

Dans le courant de l'année 1904, M. le Préfet de la Seine demanda à une Commission technique, composée de savants et de professionnels de l'électricité, en même temps que de membres du Conseil et de représentants de l'Administration, d'élaborer le programme technique du régime futur de l'électricité.

Le Rapport de cette Commission technique, dont M. Mascart fut nommé président et M. Picou rapporteur, fut porté à la connaissance du Conseil Municipal le 3 août 1905, et, à partir de ce moment, de nombreuses demandes de concession furent adressées au Conseil.

Le principe de la régie directe ayant été repoussé, il fut voté, en juin 1906, une proposition présentée par M. Deville et à laquelle s'était rallié M. Sauton, portant que la première Commission était invitée « à présenter au cours de la session ses conclusions sur le Mémoire préfectoral et à saisir le Conseil d'un projet d'exploitation de l'énergie électrique en régie intéressée ».

Les demandes de concession furent examinées avec le plus grand soin. Les unes furent rejetées comme n'offrant que des solutions incomplètes au point de vue technique ou administratif, les autres comme n'offrant pas les garanties financières suffisantes. Deux de ces propositions avaient été retenues particulièrement : l'une émanant de la *Société d'études Schneider et Cie et Mildé et Cie*, l'autre émanant des Secteurs.

Dans leur projet, MM. Schneider et Mildé faisaient leur affaire du rachat des usines des Secteurs et s'engageaient, en outre, à créer des installations, des usines et un réseau de distribution conformes au programme de la Commission technique. La durée de la concession, devant expirer le 31 décembre 1938, était de trente années après la date de l'expiration de la dernière des autorisations données aux Secteurs.

L'Union des Secteurs, de son côté, proposait une concession de dix ans plus courte que celle proposée au projet Schneider et Mildé; mais elle ne s'obligeait à construire ni usines neuves, ni sous-stations, se réservant le droit de se procurer le courant au mieux de ses intérêts. Les tarifs des prix à payer par les abonnés et les redevances à la Ville différaient peu dans l'un et dans l'autre projet.

Dans son Rapport au Conseil Municipal, M. Félix Roussel indiquait que, tout en considérant ces deux projets comme acceptables, il y avait lieu de présenter en première ligne le projet Schneider-Mildé. M. le Préfet de la Seine, dans son Mémoire du 6 juin dernier, était arrivé d'ailleurs à la même conclusion.

A la fin de sa dernière session, le Conseil Municipal, appelé à délibérer sur la question, adopta, le 23 juillet, deux résolutions d'ordre général, qui lui avaient été soumises, l'une par M. Sauton, l'autre par M. Quentin-Bauchart.

Dans la première, M. le Préfet de la Seine était invité « à préparer pendant l'intersession et à présenter au Conseil Municipal un projet d'accord entre les Secteurs en vue d'assurer provisoirement le service de l'électricité, après l'expiration de leurs traités, jusqu'à ce que la Ville ait adopté un régime définitif ».

Dans la seconde résolution, on considérait qu'il n'existait plus entre les deux demandeurs « qu'une question de nuances »; on décidait de leur soumettre le nouveau cahier des charges et on invitait l'Administration « à préparer une adjudication sur les bases arrêtées par le Conseil, portant sur les avantages nouveaux qui pourraient être obtenus à la fois pour la Ville de Paris et pour les concessionnaires ».

Il y avait tout lieu d'espérer qu'un accord interviendrait entre l'Union des Secteurs et la Société d'études Schneider-Mildé. Cet accord effectivement eut lieu et fut porté à la connaissance de M. le Préfet de la Seine par les intéressés dans le courant du mois d'octobre dernier. Grâce à cet arrangement, l'Union des Secteurs devant assurer le service pendant la période transitoire, la Ville se trouvait déchargée de toutes les difficultés inhérentes à cette période.

Un cahier des charges destiné à être soumis aux groupes fusionnés fut aussitôt préparé. M. le Préfet de la Seine prit comme base des clauses à soumettre aux intéressés le projet Schneider-Mildé, modifié sur certains points, notamment la réduction à vingt ans de la durée de la concession, primitivement demandée par MM. Schneider et Mildé pour une durée de trente ans.

Le 12 novembre, M. le Préfet de la Seine adressait au Conseil Municipal de Paris un nouveau Mémoire sur le régime futur de l'électricité à Paris, rédigé sur les bases de l'entente intervenue entre l'Union des Secteurs et la Société d'études Schneider-Mildé.

Les principales conditions du traité étaient les suivantes :

L'exploitation, pour la période de six ans du régime transitoire, allant du 1er janvier 1908 au 31 décembre 1913, sera assurée par le Consortium des Secteurs.

Ce Consortium et la Société d'études Schneider-Mildé s'engagent solidairement à constituer, dans le délai de six mois après approbation du traité par les pouvoirs compétents, et à se substituer une Société anonyme, constituée suivant les lois françaises, au capital d'au moins 50 millions de francs, qui sera désignée sous le nom de *Compagnie parisienne de distribution d'électricité*.

L'exploitation pour la période définitive de vingt ans, allant du 1er janvier 1914 au 31 décembre 1933, sera assurée par cette Compagnie.

La Ville de Paris donne en location au Consortium des Secteurs pour la période provisoire et à la Compagnie parisienne pour la période définitive : 1° les canalisations, le matériel et les appareils devant revenir à l'Administration municipale à l'expiration des permissions actuelles des Secteurs; 2° l'usine municipale des Halles, avec les canalisations qui la desservent et le matériel et les

appareils appartenant à la Ville de Paris pour le service de ladite usine.

Les dits Consortium et Compagnie parisienne, chacun pendant sa période d'exploitation, paieront à la Ville de Paris un loyer égal à 10 °/₀ des recettes brutes provenant de la vente du courant aux abonnés autres que la Ville. Le loyer ne pourra être inférieur à 5.500.000 francs par an pendant la durée du régime transitoire et à 7.000.000 de francs pendant la durée du régime définitif. Le minimum de loyer garanti sera abaissé pour la première période à 4.000.000 de francs, dans le cas où, ainsi qu'il est indiqué plus tard, les tarifs de vente maxima de l'énergie électrique viendraient à être abaissés à 7 centimes l'hectowatt pour la première période et à 6 centimes pour la seconde.

La Ville se réserve le droit de résilier le contrat le 1er janvier 1923 et chacune des années suivantes, moyennant préavis donné deux ans à l'avance. Elle aurait à payer à la Compagnie, non seulement les amortissements restant à faire, mais une indemnité de 3.000.000 de francs par année restant à courir.

Le service sera assuré par la Compagnie parisienne, à partir du 1er janvier 1913, par deux usines, qui seront immédiatement établies. L'une, de 50 à 60.000 kilowatts, sera au nord de Paris; l'autre de 25.000 kilowatts au sud-ouest : toutes deux seront placées sur le bord de la Seine et raccordées à la voie ferrée. Ces usines, conformes aux derniers progrès de l'industrie mécanique et électrique, produiront des courants diphasés ou triphasés à 10 ou 12.000 volts environ de tension et à la fréquence de 42 à 50 périodes. Le courant primaire ainsi produit pourra être distribué, soit directement par transformateurs placés chez les abonnés en cas de faible densité de la consommation, soit au moyen de sous-stations de transformation, donnant, les unes du courant continu sur cinq fils sous 4 × 110 volts, les autres du courant continu sous 2 × 110 volts, enfin d'autres du courant alternatif, le tout suivant les zones déterminées par le Préfet de la Seine.

Pendant la période provisoire, les canalisations seront alimentées par les usines des Secteurs fonctionnant actuellement, par l'usine du Secteur des Halles et par tels moyens supplémentaires que le Consortium jugera utiles.

Pendant la période du régime transitoire comme pendant celle du régime définitif, la tension devra être maintenue à 110 volts par pont, avec tolérance maxima de 3 °/₀ en plus ou en moins. En chaque point du réseau, la tension devra être maintenue constante à moins de 1 1/2 °/₀ en plus et 1 1/2 °/₀ en moins de la moyenne relative à ce point. Là où il sera distribué du courant alternatif, la fréquence ne devra pas varier de plus de 3 °/₀ en plus ou en moins de sa valeur normale.

La Compagnie établira à son choix au moins 400 kilomètres de canalisations nouvelles en sus des canalisations existant au 1er janvier 1906 et en sus des canalisations primaires allant des usines centrales aux sous-stations, et, le cas échéant, des canalisations intermédiaires à 3.000 volts. Cent kilomètres de ces canalisations nouvelles seront établies avant le 31 décembre 1909 et le surplus à raison de 100 kilomètres par an pendant les trois années suivantes.

Il y aura obligation de desservir tous abonnés qui, individuellement ou collectivement, garantiraient pendant cinq ans une recette brute annuelle égale à 20 francs par mètre courant de canalisation compté à partir du réseau existant ou des 400 mètres de canalisations nouvelles indiquées ci-dessus.

Le Consortium et la Compagnie seront maîtres de leurs tarifs, sous la condition de ne pas dépasser les maxima suivants par hectowatt-heure :

1° Période du régime transitoire, allant du 1er janvier 1908 au 31 décembre 1913 :

Pour l'éclairage.	0 fr. 08
Pour tous autres usages	0 fr. 04

2° Période du régime définitif, à partir du 1er janvier 1914 :

Pour l'éclairage.	0 fr. 07
Pour tous autres usages	0 fr. 035

Ces prix pourront être abaissés, si la Ville le demande, à 0 fr. 07 et 0 fr. 035 pendant la période du régime transitoire, et à 0 fr. 06 et 0 fr. 03 pendant la période du régime définitif. Les tarifs fixés pour la période du régime définitif seront réduits de 25 °/₀ pour les abonnés alimentés directement par le courant primaire. La Ville bénéficiera d'une réduction de 30 °/₀ sur l'ensemble des tarifs, cette réduction étant portée à 35 °/₀ pour les installations qui, par leur mode de fonctionnement, ne pourraient causer aucun déséquilibre des ponts.

Les redevances mensuelles de location et d'entretien de branchements, de colonnes montantes et de compteurs, subissent une réduction assez importante par rapport aux anciens tarifs.

Quant aux minima de consommation, ils ne pourront être inférieures à 600 heures par an pour les emplois commerciaux de l'électrité et à 100 heures pour les emplois domestiques.

Les clauses relatives au personnel comportent : 1° La reprise des agents du Secteur municipal des Halles, les situations actuelles étant respectées; 2° l'assimilation du personnel de la future exploitation au personnel municipal dans tous les cas où la situation de ce personnel est supérieure, tant en

ce qui concerne les traitements et salaires qu'au point de vue des conditions du travail; 3° enfin, la rétro-activité des retraites.

VI

Telle est, en résumé, la convention sur laquelle auront à se prononcer les pouvoirs compétents et dont certaines clauses sont sujettes à critique.

Tout en comprenant fort bien que la Ville n'ait pas voulu se lier pour un temps trop long, la durée de vingt ans, à laquelle serait réduite la concession, paraîtra à certains trop courte pour les amortissements. En revanche, dans son Mémoire du 12 novembre, M. le Préfet de la Seine trouve avec raison que l'indemnité annuelle de 3.000.000 de francs, réclamée à la Ville en cas de résiliation anticipée, est par trop exagérée, qu'elle rend cette résiliation inexécutable et que les demandeurs en concession devront, sur ce point, abandonner une partie de leurs prétentions.

On peut regretter que l'abaissement des tarifs de consommation n'ait pas été plus important. D'autre part, les taux de location et d'entretien de branchements, de colonnes montantes et de compteurs sont encore trop élevés, sans que l'abonné puisse jamais se libérer par amortissements. Enfin, il est regrettable que l'on n'ait pas renoncé à exiger un minimum de consommation.

Quoi qu'il en soit, les conditions futures du régime de l'électricité à Paris constitueront certainement, sous la nouvelle organisation, un progrès réel, et l'abaissement du prix de l'hectowatt-heure va assurément développer dans de vastes proportions la consommation de l'énergie électrique : la propreté et l'hygiène y gagneront.

Après avoir réclamé quelques modifications de détail, M. le Préfet de la Seine termine son Mémoire du 12 novembre en constatant qu'avec quelques retouches, l'adoption du projet constituerait la solution accceptable d'un problème difficile. « Il a l'avantage, ajoute-t-il, de résoudre sûrement et simplement les difficultés industrielles du régime transitoire et d'assurer à la Ville, après une concession dont la durée est aussi courte que possible, la propriété d'un actif considérable dont elle pourra ensuite user à son gré. »

L'échéance étant brûlante, il appartient maintenant aux Corps élus et à l'Administration de terminer définitivement et au mieux des intérêts de tous cette question si importante et si complexe.

G. de Lamarcodie,
Ancien élève de l'École Polytechnique,
Professeur à l'Ecole d'Electricité et de Mécanique industrielles de Paris.

MANGEURS ET FUMEURS D'OPIUM

Tout homme, quelles que soient sa condition et sa race, demande à certains poisons une force factice, un soulagement à ses souffrances physiques et morales, une habitude qui tue l'oisiveté ou chasse l'ennui.

Les substances enivrantes auxquelles les hommes s'adressent sont nombreuses, mais c'est surtout l'alcool et l'opium qui se partagent leurs faveurs.

L'idéal du blanc, c'est l'activité, qu'il s'agisse de labeur ou de plaisir; celui des Orientaux, c'est la passivité, l'inertie. Le choix du toxique préféré par ces deux catégories d'hommes découle de cette différence primordiale. Le blanc demande à l'alcool un surcroît de force passagère, qu'il obtient quand la mesure n'est pas dépassée. L'Hindou et le Chinois cherchent dans l'opium l'annihilation de la personnalité, la volupté du néant. Si les peuples de l'Orient n'abusent pas ordinairement de l'alcool, ce n'est pas que la funeste liqueur leur fasse défaut. Ne savent-ils pas faire des boissons fermentées avec le riz, le maïs, l'orge, le blé, le sorgho? Mais ils trouvent dans l'opium une ivresse qui satisfait mieux leurs goûts et leurs aptitudes ethniques[1].

L'opium, dont les propriétés médicinales sont connues depuis une très haute antiquité, est le suc extrait des capsules du Pavot, plante herbacée qui croît dans toutes les régions où les pluies ne sont pas excessives, mais de préférence sous le climat tropical.

I. — Principaux centres de production de l'opium.

La variété *Papaver glabrum* est cultivée en Asie-Mineure. Quand les capsules ont environ 4 centimètres de diamètre, on les incise en évitant que la lame pénètre dans l'intérieur du fruit, car l'opium s'accumulerait au dedans et les graines dont on tire

[1] La distinction que je viens d'établir n'est pas absolue. Il y a de grands buveurs d'alcool en Chine, en particulier sur le littoral, où les coolies sont en contact avec les Européens, et la morphinomanie fait des progrès menaçants en Occident. Sous cette réserve, on peut tenir pour exactes les vues que je viens d'exposer.

de l'huile ne parviendraient pas à maturité. L'incision ne doit pas dépasser la couche moyenne, ou mésocarpe, qui contient les vaisseaux laticifères. L'opération se fait d'habitude après la chaleur du jour et se poursuit jusqu'à la tombée de la nuit. Le suc exsudé est recueilli le lendemain matin avec un grattoir. On distingue dans le commerce trois sortes d'opium d'Asie-Mineure : l'opium de pharmacie, l'opium de manufacture et l'opium de navigation. Ce dernier contient une grande quantité d'extrait et laisse peu de résidu insoluble quand on le dissout dans l'eau; aussi est-il préféré dans les pays où l'on mange et fume l'opium. On l'exporte en Chine, au Pérou, aux Antilles, dans les Guyanes et le Brésil.

La variété cultivée en Perse est le *P. somniferum* ou *album*. Depuis 1870, de grandes quantités d'opium persan sont dirigées des ports de Bouchir et Bender-Abbas, sur le golfe Persique, vers Londres, les établissements du Détroit (presqu'île de Malacca) et la Chine. A lui seul, le marché chinois absorbe les cinq sixièmes de l'opium exporté.

En Egypte, on cultive la même variété qu'en Asie-Mineure, le *P. glabrum*.

Les essais de culture tentés en Algérie, au Mozambique, en Australie, aux Etats-Unis, en Europe ont donné de belles récoltes. Mais le prix de la main-d'œuvre, dans les pays tempérés, est trop cher pour que l'opium puisse y être rémunérateur.

Les deux centres de production les plus considérables sont assurément l'Inde anglaise et la Chine.

La variété la plus commune dans l'Inde est le *P. somniferum* ou *album*, dont les tiges sont hautes de $1^{m},20$ et quelquefois $1^{m},50$, et dont les capsules ont le volume du poing. Mais il existe dans l'Himalaya une variété à fleurs rouges et à graines noires.

C'est en février qu'a lieu la floraison, et presque aussitôt on procède à la cueillette des pétales qui, desséchés, serviront plus tard à empaqueter les pains d'opium. Cinq jours après la cueillette des pétales, alors que la capsule est à peine jaunâtre, les *ryots* ou cultivateurs scarifient les têtes de pavot avec un *nashtar*, espèce de canif à quatre ou cinq lames légèrement divergentes. Les incisions sont verticales. Le lendemain, les larmes d'opium sont recueillies avec un grattoir ou une cuiller. L'opium, déposé dans des vases de terre, laisse exsuder un liquide appelé *passewa*, semblable à une infusion de café. Il faut le décanter avec précaution, car sa présence modifie la consistance, la couleur, l'arome et, par conséquent, la valeur marchande du produit.

La majeure partie de l'opium de l'Inde provient de la partie moyenne de la vallée du Gange, depuis Dinapur (près de Patna) à l'Est, jusqu'à Agra à l'Ouest, et de Gorakhpur au Nord jusqu'à Hazaribagh au Sud; c'est une aire qui a plus de 1.000 kilomètres de longueur sur 320 de largeur[1].

Le plateau de Malwa et les pentes des monts Vindyas, dans l'Indore, fournissent aussi beaucoup d'opium[2].

Dans le premier de ces deux centres, l'industrie est un monopole du Gouvernement, et les districts producteurs sont divisés en deux agences, Béhar et Bénarès, qui sont sous le contrôle de fonctionnaires résidant respectivement à Patna et à Ghazipur. En 1883, 463.829 acres furent plantés en pavot dans l'agence de Béhar et 412.625 dans celle de Bénarès.

Quiconque veut entreprendre la culture est libre de le faire, mais tout l'opium récolté doit être cédé à l'agent du Gouvernement, moyennant un prix fixé d'avance, par ce dernier, à environ 3 shil. 6 pence la livre (4 fr. 375). Le Gouvernement revend la livre d'opium à peu près 11 shil. (13 fr. 75).

A Malwa, Etat protégé, la culture est libre et très rémunératrice. A son entrée sur le territoire anglais, l'opium est frappé d'un droit élevé, de manière à égaliser son prix avec celui de l'article gouvernemental.

La culture du pavot gagne les plaines du Penjab. Elle s'étend dans la vallée du Bias, à l'est de Lahore, et monte sur le versant de l'Himalaya jusqu'à 2.250 mètres, où l'opium de Kulu est renommé. Au Népal, à Bashar et Rampur, ainsi qu'à Doda Kashtwar, dans le territoire du Cachemire, on produit de l'opium et on l'exporte vers Yarkand, Khotan, Aksu et différentes provinces chinoises.

Dans les factoreries gouvernementales, l'opium recueilli est soumis à diverses manipulations. Quand il a acquis la consistance normale et qu'il ne contient plus que 30 °/₀ d'eau, il est réparti dans des auges où il est pétri jusqu'à ce que la masse soit bien homogène. Cela fait, l'opium de provision, destiné à être exporté, est mis en balles, c'est-à-dire divisé en boules du poids de 1.400 grammes, qu'on entoure d'une coque épaisse de pétales de pavots tassés et agglutinés. Celui qui est destiné à la consommation indigène, connu sous le nom d'Abkari ou opium divisable, est exposé au soleil jusqu'à ce qu'il ne contienne plus que 10 °/₀ d'eau. On le divise en gâteaux carrés de deux livres chacun, qu'on enveloppe dans du papier huilé. Sous cette forme, le produit n'a pas le même arome que l'opium en balles.

---

[1] Ce territoire, qui fait partie de l'Inde britannique, est situé dans le Bengale et les provinces du Nord-Ouest.

[2] L'Indore est un État tributaire de l'Empire anglais. — En 1516, Pyres mentionne l'opium comme un produit du royaume de Cous (Kuch Behar situé au Sud-Ouest du Boutan) et de Malwa. Son introduction dans l'Inde paraît liée aux progrès de l'Islam. Le monopole de l'opium était la propriété du Grand Mogol.

A Malwa, le suc frais est recueilli dans des vases de terre et couvert d'huile de lin. Puis l'opium est mis dans des sacs suspendus au plafond, à l'abri de la lumière et de l'humidité, pour laisser l'excès d'huile s'écouler. La masse est ensuite pétrie jusqu'à ce qu'elle soit assez dure pour être façonnée en gâteaux rectangulaires ou ronds de 8 à 10 onces, qu'on roule dans des feuilles de pavot.

On suppose que l'opium fut introduit en Chine par les Arabes, vers la fin du XIIIe siècle, sous le règne de Taitsu. Dans un traité chinois de Botanique, composé il y a plus de deux siècles, on trouve la description du pavot et de son suc épaissi. Dans l'histoire générale des provinces du sud du Yunnan, revisée et rééditée en 1736, on parle de l'opium comme d'une drogue usuelle. Mais, jusqu'à l'époque contemporaine, les Chinois n'importaient que des quantités relativement petites d'opium et ne s'en servaient que comme remède contre la dysenterie, la diarrhée et les fièvres.

Après la victoire de Robert Clive, à Plassey (1757), la Compagnie anglaise des Indes Orientales commença à introduire de l'opium en Chine. En 1773, la quantité exportée annuellement ne dépassait pas 200 caisses; mais, en 1776, elle s'élevait à 1.000 et en 1790 à 4.054 caisses. Bien qu'en 1796 l'empereur Keaking interdit l'importation et fit défense à ses sujets de fumer l'opium, sous peine de la déportation et même de la mort, le commerce de l'opium s'accrut constamment et, de 1820 à 1830, le nombre des caisses introduites en Chine fut de 16.877 par an.

Au printemps de l'année 1839, des vaisseaux anglais chargés d'opium stationnaient dans la rivière de Canton. Le Gouvernement chinois leur enjoignit de prendre le large. Cet ultimatum n'ayant été suivi d'aucun effet, le 22 avril, Lin tse, vice-roi du Hon-Kouang, fit saisir la cargaison des navires anglais; 20.291 caisses d'opium, dont la valeur peut être évaluée à une cinquantaine de millions, furent jetées à la mer. De cet incident naquit la *Guerre de l'opium*, qui se termina par le traité de Nanking (1842). La Chine vaincue cédait à l'Angleterre, en toute propriété, l'île de Hong-Kong; en outre, elle consentait à indemniser les contrebandiers anglais et à ouvrir quatre nouveaux ports au trafic de l'opium indien. Jamais, peut-être, des conditions aussi dures, aussi déshonorantes, n'avaient été imposées par les Européens aux Asiatiques!

Depuis cette époque, malgré les remontrances du Gouvernement chinois, l'exportation de l'opium de l'Inde en Chine a continué, passant de 53.935 piculs (de 133 1/3 livres), en 1850, à 96.839 piculs en 1880.

Pendant que la cour de Pékin s'opposait à l'entrée de l'opium étranger, elle s'efforçait d'entraver la culture du pavot indigène. Mais, en dépit de toutes les défenses, celle-ci s'acclimatait en Chine. En 1830, un censeur chinois faisait savoir au Gouvernement impérial que la moitié de la province du Tche-Kiang était couverte de champs de pavot. En 1836, Cho-Tsung établissait que la production annuelle du Yunnan atteignait déjà plusieurs milliers de piculs.

Après le traité de Nanking, la Chine était condamnée à fumer l'opium, de par la loi du vainqueur; elle avait donc tout intérêt à encourager la culture du pavot sur son propre territoire pour diminuer, autant que possible, la perte considérable en numéraire que lui faisait subir l'achat de l'opium indien. Il y a vingt-cinq ans, déjà 9 des 18 provinces de l'Empire faisaient de l'opium; la Chine du Sud-Ouest, y compris le Sze-tchouen, produisait 224.000 piculs, tandis que l'importation de l'Inde restait stationnaire ou rétrogradait.

Le bon marché relatif de l'opium chinois, les impôts plus légers qui le frappent et le soin toujours plus grand que l'on prend pour sa culture, lui permettent de lutter avec avantage contre le produit indien, même dans la Chine orientale, et les Chinois anticipent avec confiance le temps prochain où l'opium indien sera entièrement supplanté par l'opium indigène[1].

Actuellement, la Chine tire de son sol les quatre cinquièmes de l'opium qu'elle consomme.

La culture du pavot a pris une grande extension dans les provinces centrales et méridionales, le Sze-tchouen, le Yunnan et le Kouei-tchéou. Elle a moins bien réussi dans les provinces du Nord, le Chan-si, le Chen-si et le Chan-tong, la Mongolie orientale et la Mandchourie.

Au Yunnan, dans les régions où le sol est propice, le paysan chinois fait chaque année, sur sa rizière, pendant la saison sèche, une récolte d'opium. La plante cultivée dans cette province et le sud de la Chine est un pavot blanc d'une espèce très petite, dont la hauteur ne dépasse guère 80 centimètres. Les capsules ont la grosseur d'une noix. En avril, quand la maturité du fruit est complète, on fait sur les capsules, avec un couteau spécial bien aiguisé, des incisions longues et profondes. Souvent, on pratique de nouvelles scarifications quelques jours plus tard. Puis, pour épuiser les capsules, on les brise et on les jette dans des bassines pleines d'eau, où elles sont soumises à une ébullition prolongée. La liqueur ainsi obtenue est filtrée, évaporée en consistance d'extrait et réunie au suc obtenu par scarification. Dans certaines localités, on pèle les capsules de manière à enlever la cuticule superficielle. La surface d'exsudation est alors plus grande.

[1] En 1891, l'importation indienne s'est élevée à 77.445 piculs, tandis que la production chinoise a fourni 330.000 piculs.

L'opium de Chine est de couleur plus foncée et de consistance moindre que celui de Perse, mais son arome est bon. Une certaine quantité d'opium provenant du Sze-tchouen semble avoir été mélangée avec de l'huile. Dans cette province et au Yunnan, il est vendu sous forme de pains à peu près cubiques, du poids moyen de 3 kilogrammes, et enveloppés dans plusieurs feuilles de papier blanc. Au Tchekiang, où il a l'aspect de mélasse, on en fait des calottes du poids de 2 à 4 livres. Le produit du Chen-si, est fort estimé parce que son arome ressemble à celui de Patna et parce qu'il donne 85 à 90 °/₀ d'extrait. Puis viennent comme valeur l'opium du Yunnan et enfin celui du Sze-tchouen.

L'opium de Patna est préféré le long de la côte sud-est jusqu'au Yangtse. Le Malwa est surtout demandé dans les provinces du Nord, y compris une partie du Kouang-si, du Kiang-si et du Nganhoei. Le Bénarès a son principal marché à Formose et dans la province du Fo-Kien. Le Persan remplace le Malwa, dans une certaine mesure, à cause de son prix inférieur; il se rend surtout au Kouang-si.

II. — Caractères organoleptiques et composition chimique de l'opium. — Ses falsifications.

Quelle que soit sa provenance, l'opium se reconnaît à sa couleur brune plus ou moins foncée, à son odeur forte et vireuse, à sa saveur âcre et amère, à sa consistance visqueuse.

Les principes actifs contenus dans l'opium sont des alcaloïdes. La liste en est fort longue. La chimie n'en a pas isolé moins de 23[1]. Celui qui occupe la première place est la morphine, puis viennent la codéine, la narcotine, la narcéine, la thébaïne, etc.

La teneur des diverses sortes d'opium en morphine est variable. L'analyse des échantillons de même provenance accuse des écarts assez considérables. L'*Encyclopédie britannique* donne les proportions suivantes[2] :

Opium d'Asie-Mineure :	
Provenance de Smyrne	9 à 12 °/₀
— de Constantinople. . .	8 à 9
Opium d'Egypte	3 à 9
— de Perse	8 à 12
— de l'Inde Patna, Bénarès . . .	3 à 7
— de Chine	3 à 7

G. Pouchet donne des chiffres qui diffèrent notablement des précédents : Smyrne, 15 à 17 °/₀ de morphine; Constantinople, 10 à 11 °/₀; Inde et Chine, 2 à 7 °/₀.

Outre les alcaloïdes, l'opium contient des acides et des substances neutres : caoutchouc, gomme, albumine, cire; un principe volatil auquel est due, en majeure partie, l'odeur vireuse de l'opium; enfin des sels minéraux, parmi lesquels le sulfate de potasse et le sulfate de chaux.

La proportion d'eau contenue dans l'opium brut varie suivant la provenance. Elle est de 30 °/₀ dans le produit livré par le Gouvernement de l'Inde.

De tout temps, la valeur vénale de l'opium a encouragé la fraude. Le suc de réglisse, le jus de raisin, la pâte de figues, la gomme adragante, les capsules et les tiges de pavot pilées et mêlées à du blanc d'œuf, les résidus de l'extraction de la morphine, tout a été employé par les sophisticateurs; mais aucun de ces procédés, plus ou moins ingénieux, ne résiste à l'épreuve du titrage[1].

III. — Les Mangeurs d'opium (Affiondji, Thériakis).

Dans certaines régions de la Chine, mais surtout parmi les populations musulmanes de l'Inde, de la Perse, de l'Asie-Mineure et de la Turquie d'Europe, l'habitude d'avaler des boulettes d'opium est très répandue.

L'opium calme la faim et la soif, il dissipe la fatigue; aussi, depuis une époque fort reculée, les Arabes nomades du désert prennent de l'opium à dose modérée et en font absorber à leur monture[2]. La conquête musulmane paraît avoir introduit cet usage en Perse. En 1660, le P. Raphaël écrit : « Le kokenar, pavot blanc, est une drogue permise par la loi; l'odeur du suc, au moment de l'incision des capsules, suffit pour mettre les gens hors d'eux-mêmes. Dans Hispan et la Perse, il y a des académies pour les gens : ce sont les kokenar krone, petites cahuettes où s'assemblent ces messieurs : on y voit ces grands personnages qui pleurent ou qui rient aux anges, font contes à la cigogne, discourent et prennent mille postures. Ceux qui sont les plus honnêtes font cela dans leurs propres de-

[1] Cl. Bernard a divisé ces poisons en 3 grandes catégories : les *toxiques*, thébaïne, codéine, papavérine, narcéine, morphine, narcotine; — les *excitants* ou *convulsivants*, thébaïne, papavérine, narcotine, codéine, morphine, narcéine; — les *narcotiques*, narcéine, morphine, codéine.

[2] *Encyclopédie britannique*, vol. XVII, p. 787-794.

[1] Voici, d'après l'article Opium de l'*Encyclopédie britannique*, vol. XVII, p. 787-794, l'énumération des substances qui servent à falsifier l'opium de l'Inde : le sable, la boue, la poussière de charbon, la suie, la bouse de vache, les pétales de pavot pulvérisés, diverses graines réduites en poudre, la farine, la fécule, le beurre fondu, le ghoor (sucre de dattes brut), le jus de la *prickly pear*, des extraits de tabac, de stramoine et de chanvre, la pulpe des fruits de tamarinier et de bael, les fleurs de mahwah et diverses espèces de gommes. — Les Chinois additionnent souvent l'opium avec une résine appelée *Saicao*.

[2] E. Martin (*L'opium, ses abus*, etc.) cite divers exemples d'animaux, en particulier de chevaux, chiens, chats, singes, qui sont devenus opiomanes.

meures et en leur particulier : pour la drogue, ils l'envoient chercher à leur heure dans des bouteilles au kokenar krone. Quant à l'extrait pur ou Enfion, ils y sont si accoutumés que, s'ils s'abstiennent à l'heure habituelle, infailliblement après trois ou quatre heures de souffrance, les voilà morts, et, s'ils vont aux champs oubliant la drogue, ils sont en danger de passer le pas avant de revenir chez eux[1]. »

Le voyageur Chardin, qui visita la Perse à la fin du XVIIe siècle (1671-1677), a bien décrit les effets qui résultent de l'habitude de manger l'opium : « Les Persans trouvent qu'elle produit dans le cerveau des visions agréables et une manière d'enchantement. Ceux qui en ont pris commencent à en sentir l'effet au bout d'une heure; ils deviennent gais, après ils se pâment de rire, et ils font et disent ensuite mille extravagances comme des bouffons et des plaisants ; et cela arrive particulièrement à ceux qui ont l'esprit tourné à la plaisanterie. L'opération de cette méchante drogue est plus ou moins longue, à proportion de la dose ; mais d'ordinaire elle dure quatre à cinq heures, non pas à la vérité de la même force. Après l'opération, le corps devient froid, morne et stupide, et demeure en cet état languissant et assoupi jusqu'à ce qu'on reprenne une autre pilule... Mais, pour peu qu'on s'habitue à ces pilules de pavot, on ne peut plus s'en passer; et, si l'on est un jour sans en prendre, il y paraît et sur le visage et à tout le corps qui tombe en une langueur qui fait pitié. C'est bien pis pour ceux en qui l'habitude de ce poison est invétérée, car l'abstinence leur en devient mortelle... Le Gouvernement a tâché plusieurs fois d'empêcher l'usage de cette drogue, à cause de ses funestes effets, dont tout le royaume se sentait; mais on n'en a jamais pu venir à bout; car c'est une inclination si générale que, de dix personnes, à peine en trouvera-t-on une exempte de cette méchante habitude.... Ceux qui y sont adonnés ne parviennent jamais à une grande vieillesse, et outre qu'ils sont, dès l'âge de cinquante ans, incommodés de douleurs dans les nerfs et dans les os, nées de la malignité de ce poison lent, ils ont encore l'esprit si languissant qu'ils n'osent se montrer que quand la drogue les agite....

« Il y a la décoction de la coque et de la graine de pavot, qu'on nomme *cocquenar*, dont il y a des cabarets dans toutes les villes, comme de café. C'est un grand divertissement de se trouver parmi ceux qui en prennent dans les cabarets, et de les bien observer avant qu'ils aient pris la dose, avant qu'elle opère, et lorsqu'elle opère. Quand ils entrent au cabaret, ils sont mornes, défaits et languissants. Peu après qu'ils ont pris deux ou trois tasses de ce breuvage, ils sont hargneux et comme enragés; tout leur déplaît, ils rebutent tout, et s'entre-querellent; mais, dans la suite de l'opération, ils font la paix, et chacun s'abandonnant à sa passion dominante, l'amoureux, de naturel, conte des douceurs à son idole; un autre, demi-endormi, rit sous cape; un autre fait le rodomont; un autre fait des contes ridicules; en un mot, on croirait alors se trouver dans un vrai hôpital de fous. Une espèce d'assoupissement et de stupidité suit cette gaieté inégale et désordonnée ; mais les Persans, bien loin de la traiter comme elle le mérite, l'appellent une extase et soutiennent qu'il y a quelque chose de surnaturel et de divin en cet état-là. » Il est probable que cet effet exhilarant est produit, non pas par l'opium pur, mais par son mélange au haschisch. En tout cas, cette dernière substance entre dans la composition du *bueng* ou *bang* et du *poust* qui provoquent une agitation beaucoup plus violente.

V. Richard, observant à Balasor, dans la province d'Orissa (Inde anglaise), estime que, dans cette région, 1 habitant sur 12 ou 14 mange l'opium, et que la proportion tend à s'accroître[1]. Sur un total de 613 thériakis, l'âge du début était de vingt à vingt-six ans pour les hommes, et de vingt-quatre à trente pour les femmes; 142 absorbaient de l'opium depuis dix à vingt ans, 60 depuis vingt à trente ans, et 38 depuis plus de trente ans. La plupart de ces opiophages consommaient leur dose quotidienne en deux fois, le matin et le soir. Elle était, en moyenne, de 6 à 7 grains, mais elle pouvait atteindre le chiffre énorme de 46 grains.

C'était l'imitation, la croyance dans le pouvoir aphrodisiaque de l'opium et surtout une maladie, telle que le paludisme, la dysenterie, la diarrhée, la tuberculose, le rhumatisme, l'éléphantiasis, qui avaient amené ces individus au thériakisme. Beaucoup avaient commencé à prendre de l'opium lors de la famine de 1866, parce que l'usage de ce calmant apaisait leurs souffrances[2].

D'après Richard, l'absorption de doses modérées peut se prolonger longtemps sans effets nuisibles. Cependant, il reconnaît que les fonctions génésiques des mangeurs d'opium sont affaiblies, et

[1] Raphael : *Estat de la Perse*, publication de l'Ecole des Langues Orientales, annotée par Ch. Scheffer.

[1] La vente de l'opium aux thériakis est une source importante de revenu pour le Gouvernement de l'Inde, les licences accordées pour un an seulement étant parfois de près de 12 millions.

[2] L'extension de l'opiophagie semble favorisée par l'interdiction faite aux Mahométans de boire de l'alcool, et jusqu'à un certain point par la rigueur des jeûnes religieux pendant lesquels les Bouddhistes, les Hindous et les Musulmans cherchent à tromper leur faim en avalant de l'opium.

qu'ils sont peu prolifiques (en moyenne un enfant après onze ans de mariage).

Dymock (de Bombay) est du même avis que V. Richard. D'après lui, une partie infime de la classe riche fait seule abus d'opium. Moore arrive à la même conclusion en ce qui concerne le Rajputana[1].

Les mangeurs n'absorbent, au début, que des quantités minimes, 0,03 à 0,12 centigrammes d'opium par jour.

Celui qui possède une force de caractère assez grande pour restreindre sa ration quotidienne d'opium à quelques centigrammes, ne devient pas un opiomane, de même qu'un Européen n'est pas un alcoolique parce qu'il boit chaque jour un peu de vin.

La tyrannie de l'habitude et la nécessité d'accroître constamment la dose de poison pour obtenir l'effet désiré sont, d'ailleurs, beaucoup moins accentuées chez l'opiophage que chez le morphinomane ou le fumeur. Mais ceux qui sont incapables de modérer leur passion pour l'opium arrivent à prendre la dose massive de 7 et même 10 grammes.

Ces grands mangeurs d'opium perdent l'appétit; ils ont des nausées, des vomissements, une constipation opiniâtre, et parfois, à la période ultime, une diarrhée incoercible. Ils tombent dans une apathie profonde quand ils sont privés de leur poison habituel. Graduellement, leurs facultés intellectuelles et affectives se pervertissent. Pâles, émaciés au delà de tout ce qu'on peut imaginer, sans force, sans énergie, sans volonté, sans jugement, réduits à l'état d'automates, ils n'ont plus d'autre objectif que la satisfaction de leur passion, et ils finissent par sombrer dans le gâtisme.

L'opiophagie n'est pas cantonnée en Asie : elle a des adeptes en Europe, parmi la population ouvrière de certains comtés d'Angleterre, ceux de Lincoln et de Norfolk notamment. Aux États-Unis, on comptait, il y a une vingtaine d'années, 82.696 mangeurs d'opium, la plupart dans le Michigan, où la consommation de chaque thériaki est d'une once par semaine.

IV. — Le fumeur d'opium.

Quarante ou cinquante ans avant que les Anglais fussent entrés en relations commerciales suivies avec le Céleste Empire, l'habitude de fumer l'opium s'était déjà répandue, dit-on, parmi les Chinois. Mais elle y faisait des progrès très lents. En 1858, il n'y avait pas plus de 2 millions de fumeurs; vingt ans plus tard, on en évaluait le nombre à 100 ou 120 millions. Depuis lors, le goût de l'opium n'a fait que s'accroître en Chine. Au Yunnan, où l'on cultive le pavot, la plupart des habitants, mandarins et lettrés, commerçants et gens du peuple, citadins et campagnards, bouddhistes ou chrétiens, s'adonnent avec fureur à la passion de l'opium. Tout paysan ensemence au moins un petit champ de pavot, à proximité de sa case, pour sa consommation personnelle; il prépare lui-même son opium, et ce bouilleur de cru n'est nullement inquiété par le fisc[1].

Dans les grandes villes, à Yunnansen, à Talifu, les boutiques ferment avant la tombée du jour; toute la soirée, jusqu'à une heure fort avancée de la nuit, est consacrée à l'opium. Le fumeur dort d'un sommeil agité, et il ne repose guère qu'à la pointe du jour; aussi se lève-t-il fort tard. L'activité commerciale ne se réveille que vers 10 heures du matin. Quant on parcourt cette province du Yunnan, pendant les mois de mars et d'avril, on ne voit que champs de pavot en fleurs. On le cultive pendant la saison sèche, entre deux récoltes de riz.

Le Sze-tchouen est une province qui produit aussi beaucoup d'opium. Le Dr Legendre estime qu'à Tchen-tou il y a 30 °/₀ de fumeurs parmi la population mâle, et à King-tchéou 60 °/₀.

Les Chinois qui ont essaimé dans tout l'Extrême-Orient, les îles du Pacifique, l'Australie, la Californie, l'Afrique du Sud, introduisent partout à leur suite le poison favori. Les coolies, réduits à l'état de demi-servitude, qui travaillent dans les mines et les plantations, n'ont pas d'autre plaisir, après leur rude labeur, que de fumer l'opium. A leur contact, les peuplades de la presqu'île indo-chinoise, les Birmans, les Siamois, les Malais, les Annamites, les indigènes des Philippines et des îles de la Sonde ont pris goût à la funeste drogue.

Beaucoup de fumeurs préfèrent l'opium à la liberté. Parmi les lépreux internés à l'établissement de Jerajak (Straits Settlements), il en est fort peu qui réclament leur élargissement parce qu'on leur délivre gratuitement de l'opium.

En 1900, l'Indo-Chine française achetait dans l'Inde et au Yunnan 110.000 kilogs d'opium[2]. La

[1] D'après E. Martin (*L'opium, ses abus*, etc. Paris, 1893, p. 29), le nombre des mangeurs d'opium dans l'Inde anglaise ne serait pas moindre de 20 millions; ce seraient, pour la majorité, des Musulmans.

[1] Le coolie ou muletier porte sa pipe à opium pendue à sa ceinture, et jamais il ne s'en sépare. Le lépreux qui parcourt les routes, une hotte sur le dos, pour recueillir les aumônes est réduit au plus complet dénuement: cependant, il possède toujours une pipe dans son bagage. — Les prêtres bouddhistes sacrifient aussi à la « fée brune ». Arrivé à Nun Tchang, sur la route de Tali à Bhamo, je me rends à la pagode où il est d'usage de loger les étrangers. J'assiste à l'office du soir, le bonze récite ses prières, puis il étend sa natte dans le sanctuaire et se dispose à fumer l'opium au pied de ses dieux. De l'aveu des missionnaires catholiques, les Chinois convertis usent largement de l'opium.

[2] A raison de 19 piastres le kilog pour le Bénarès, et de

quantité introduite en fraude par la contrebande était peut-être égale. Partout, même dans les régions les plus reculées du Laos, les fumeurs étaient nombreux.

Une réunion de l'Office pharmaceutique du Transvaal a mis au jour des faits intéressants sur le trafic de l'opium parmi les ouvriers chinois du Rand. Le secrétaire de l'Office, examinant le livre de poisons d'un pharmacien du centre de Johannesburg, a trouvé que 468 livres d'opium avaient été vendues pendant les mois de juillet et d'août. Beaucoup d'ouvriers chinois de l'intérieur, des jeunes gens en général, qui n'avaient jamais fait usage de l'opium auparavant, ont subi la contagion et fument à présent comme leurs compatriotes.

L'opium brut « porte à la tête », soit parce qu'il est trop riche en morphine, soit parce qu'il contient d'autres alcaloïdes tels que la thébaïne, la papavérine, la narcotine et la narcéine. Avant d'être livré au consommateur, l'opium de pipe doit subir une préparation longue et délicate, qui a pour effet de développer son arome, de chasser son principe volatil vireux, d'éliminer les impuretés qui altèrent ses qualités plastiques. Par les manipulations de la bouillerie et la fermentation consécutive, l'opium brut se dépouille du caoutchouc, des résines, de la cellulose, des gommes, des substances albumineuses et muqueuses, enfin d'un excès de narcotine et de narcéine. Il prend alors le nom de *Chandoo*.

A la fabrique de Saïgon, où l'on suit la méthode cantonnaise, la série des opérations est la suivante[1] :

1° Section et décortication des balles d'opium. La masse qu'on en extrait est une substance de couleur brun-rougeâtre, de consistance molle et poisseuse, exhalant une forte odeur vireuse de fleurs de pavots froissées;

2° Décoction des coques de pétales de pavot, ou du papier ayant servi à envelopper les pains d'opium[2];

3° Réunion des extraits obtenus par décoction à la masse d'opium;

4° Empâtage, c'est-à-dire brassage de l'opium, pendant une heure et demie environ, dans de grandes bassines de cuivre à double fond chauffées par un courant de vapeur d'eau à 110° (2 atmosphères). Le pétrissage se poursuit jusqu'à ce que l'opium acquierre la consistance de la pâte de boulanger;

5° La bassine est retirée du feu et la masse d'opium est pétrie à l'aide d'une spatule (refouloir). Cette malaxation a pour but de refroidir lentement la masse, de manière à lui donner une homogénéité parfaite. L'opium est ensuite étalé en couche uniforme à la surface de la bassine. Un filet d'eau est insinué entre le récipient et le revêtement d'opium pour faciliter son adhérence;

6° Puis on procède à l'opération du grillage. Chaque bassine est retournée sur un foyer de braise recouvert de cendres. De l'opium, après quelques instants d'exposition au feu, se dégagent d'abondantes vapeurs blanchâtres. La bassine est alors saisie avec des pinces, et il est facile de détacher la couche superficielle d'opium grillée; c'est un disque mince ayant la forme d'une crêpe. On recommence ensuite le grillage. La masse d'opium est successivement débitée en un grand nombre de tranches.

Le grillage exige un opérateur habile. C'est l'odeur qui indique le moment précis où il faut écarter la bassine du foyer pour détacher un disque. La torréfaction élimine certaines matières empyreumatiques et donne à l'opium un bon arome;

7° Les disques d'opium concassés sont mis à macérer dans de l'eau froide pendant dix-huit à vingt heures. Le liquide obtenu est décanté à l'aide de mèches en moelle de Tam Sam, plante très commune en Chine[1];

8° Après filtration de la liqueur sur plusieurs épaisseurs de papier non collé, la solution d'opium est portée à l'ébullition dans de grands cylindres, pendant plusieurs heures, jusqu'à ce qu'elle acquierre la consistance sirupeuse et donne 29° à l'aréomètre Baumé;

9° Battage de cette solution concentrée d'opium dans une sorte de moulin à palettes, probablement pour y introduire le ferment;

10° L'opium est déposé en magasin. Il entre en

---

7 à 9 piastres seulement pour l'opium du Yunnan, qui est beaucoup moins estimé des fumeurs. — Depuis deux ans, la manufacture de Saïgon tire les deux tiers de son opium du Yunnan et un tiers de l'Inde. La culture du pavot se répand dans le Haut-Laos.

[1] Sous réserve des modifications qui auraient été apportées depuis avril 1900, époque à laquelle je suivis toutes les phases d'une fournée d'opium. — La fabrication du Chandoo demande trois jours, mais il y a un chevauchement continuel de toutes les opérations qui s'exécutent simultanément; dans la même journée, pendant qu'une équipe évapore les liqueurs de la veille (3e journée), une autre pétrit et cuit l'opium retiré des boules et des écorces le jour précédent (2e journée); enfin, un troisième groupe d'ouvriers décortique les boules qui seront travaillées le lendemain (1e journée).

[2] Ces enveloppes ou *imbrios* sont imprégnées d'une très notable quantité d'opium. Sur 200 boules de provenance indienne et pesant 350 kilogs, il y a 217 kilogs d'opium brut. 116 kil. 500 d'imbrios et 16 kil. 500 d'écorces sèches.

[1] Cette moelle se présente en filaments blancs, cylindriques, de 2 millimètres de diamètre et de 20 à 30 centimètres de longueur, ayant la forme de gros vermicelles. Après les avoir humectés d'eau, on les étale en nappes de 1 à 2 centimètres d'épaisseur sur 12 à 15 centimètres de largeur et 30 à 35 centimètres de longueur. L'une des extrémités de la mèche plonge dans la bassine, l'autre pend extérieurement. Cette décantation, qui s'opère par le mécanisme du siphon, ne demande pas plus de 10 minutes.

fermentation, gonfle et se couvre d'écume. Puis, en une semaine, la masse se réduit à la moitié du volume qu'elle avait avant le battage et le conservera indéfiniment. Alors, se développe à la surface de l'opium une couche de champignons qui peut atteindre plusieurs centimètres d'épaisseur. On ne sait pas quel est l'agent de la fermentation. Calmette avait supposé que c'était l'*Aspergillus niger*, opinion qui paraît controuvée. On suppose généralement aujourd'hui que la masse d'opium est le siège de deux fermentations successives : l'une, courte et rapide, dont l'agent serait un *Saccharomyces*; elle commence dès le deuxième ou troisième jour, pour cesser après vingt-cinq ou trente jours; l'autre, plus lente, presque indéfinie, produite par des *levures*. C'est cette dernière qui donnerait au Chandoo cet arome si apprécié des fumeurs:

11° Mise en boîtes[1];

12° Pasteurisation, c'est-à-dire exposition des boîtes à une température de 90° pour arrêter toute fermentation.

Quand la série des opérations est terminée, 350 kilogs de Bénarès fournissent 246 kilogs de Chandoo, soit 68 °/₀; le Yunnan donne un rendement moindre, soit 60 °/₀.

L'opium, modifié par le brassage, le grillage, l'ébullition et la fermentation, exhale une odeur désagréable d'emplâtre brûlé. Mais, en vieillissant, il s'améliore comme le vin et acquiert un parfum doux et pénétrant. Le Chandoo[1] contient 30 à 34 °/₀ d'eau, 6 à 10 °/₀ de morphine, 1 à 3 °/₀ de narcotine; il donne 3 à 6 °/₀ de cendres, 1 à 4 °/₀ de substances insolubles dans l'eau, 10 à 15 °/₀ de matières insolubles dans l'alcool, 1 à 6 °/₀ de glycose. Son acidité équivaut à 4 et 6 grammes de SO^4H^2.

Chaque variété d'opium a son arome et son bouquet.

Les gourmets savent reconnaître la provenance et le mode de fabrication d'un Chandoo. Il y a des opiums de grandes marques, comme il y a des vins de grands crus. Et, de même qu'un palais délicat ne donne pas la première place au vin qui contient le plus d'alcool, de même un fumeur émérite ne donne pas la préférence à l'opium qui est le plus chargé de morphine. Ainsi la proportion de cet alcaloïde dans le Bénarès n'est que de 6 à 8 °/₀; dans le Yunnan, elle est de 9, 33 °/₀; et cependant le premier est beaucoup plus prisé des connaisseurs, et partant payé plus cher que le second.

Le Malwa a la réputation d'être plus stimulant. Il a un fort arome et un goût piquant. Il cause, chez ceux qui ne sont pas habitués à le fumer, des brûlures d'estomac (heart-burn); il irrite le système nerveux et provoque des éruptions cutanées désagréables. Le Patna est doux, mais narcotique. Le Persan est chaud et âcre, il donne de la diarrhée. L'opium de Chine est comparable au Malwa sous certains rapports; il est plus dur et plus actif que le Patna, il cause des démangeaisons et des éruptions. Il semble qu'on le falsifie souvent avec du varech ou de l'huile. Il serait curieux de rechercher jusqu'à quel point ces différences de goût et d'action sont liées à l'huile qui entre dans la préparation de l'opium de Malwa et de celui de Chine.

L'opium d'Asie-Mineure, très riche en morphine, porte à la tête; il est préféré par les grands fumeurs, auxquels les opiums légers ne donnent plus entière satisfaction.

Des experts, en appréciant les propriétés organoleptiques de l'opium : odeur, saveur, consistance, ductilité d'une boulette qu'on étire après l'avoir chauffée à la lampe, etc., peuvent soupçonner la provenance d'un échantillon de Chandoo. Mais, si habile que soit un fumeur, il ne peut, en tirant quelques bouffées d'un opium, évaluer la quantité de morphine qu'il contient. L'expérience suivante de Lalande est très démonstrative. Il incorpora à

[1] Une pompe à mains distribue, à chaque coup de piston, dans de petites boîtes de cuivre, un poids donné d'opium, 5, 10, 20, 40 ou 100 grammes. Une employée, avant la fermeture des boîtes, en pèse une pour s'assurer que le débit de la pompe est rigoureusement exact. Chaque boîte est recouverte d'une capsule sur laquelle est inscrite, au balancier, la marque de fabrique, la provenance de l'opium et la date.

Tous les temps de la fabrication sont exécutés par de robustes Chinois, car le pétrissage est très pénible. Chaque ouvrier a pour tâche une marmitée d'opium, c'est-à-dire une balle de 1.500 grammes, ce qui demande huit heures de travail environ. Chaque jour, deux équipes se succèdent à la manufacture : l'une est présente de 5 heures du matin à midi ou 1 heure, l'autre est occupée l'après-midi. La mise en boîte, opération n'exigeant aucune force mais seulement de l'adresse, est confiée à des Annamites.

En principe, les ouvriers chinois doivent être placés sous le contrôle d'employés européens; mais, en réalité, les gardiens sont des noirs ou des mulâtres de la Réunion. Une amende collective de 100 piastres est infligée à toute l'équipe quand un vol est constaté; aussi les ouvriers exercent-ils une surveillance réciproque les uns sur les autres.

Il ne se perd, pour ainsi dire, pas une parcelle d'opium. Les fragments de coque en pétales de pavot qui entourent les balles sont vendus à la classe pauvre. Ces écorces ne renferment que des traces de morphine, en quantité suffisante cependant pour donner à l'indigène l'illusion de l'opium. Quand l'Annamite est aux champs, faute de pouvoir fumer, il mâche, en travaillant, quelques morceaux d'écorce imprégnée d'opium.

Le *dross* est le dépôt qui s'accumule dans la pipe. C'est une masse noire, légère et poreuse comme du coke. On en extrait de l'opium qu'on mélange au produit du Yunnan pour lui donner un goût plus relevé. Certains indigènes le chiquent.

Les tenanciers de fumeries d'opium doivent vendre leur dross à l'administration, contre remboursement de sa valeur déterminée par arrêté. Cependant, les soustractions sont nombreuses : les particuliers tirent du dross, par des procédés défectueux, un opium très chargé en morphine qui serait plus nuisible que l'opium de la Régie.

[1] G. Pouchet : *Leç. de Pharmacodyn. et de Matière médicale*, 2e série. Paris, 1901, p. 793, et Filippo Rho : Art. « Opium », in *Handb. der Tropenkrankh.*, t. I, p. 278. Leipzig, 1905.

un Chandoo 10 % de morphine en sus de la teneur normale. Le fumeur ne s'en aperçut pas; l'impression sur les muqueuses buccale et bronchique ne dénonça pas l'addition de morphine. Mais le sommeil se prolongea cinq heures de plus que de coutume. Une expertise ainsi conduite ne permet donc pas de déceler la fraude en toute certitude. En cas de litige avec des particuliers accusés de contrebande, voici comment procède la Régie de l'Indo-Chine. Elle fait analyser dans son laboratoire de recherches le Chandoo contenu dans la boîte saisie. Celle-ci porte un numéro d'ordre, de sorte qu'on peut comparer la composition chimique de l'échantillon incriminé avec celle du produit qui a été mis en circulation sous le même numéro. S'il existe des différences notables entre les deux analyses, c'est que le Chandoo est falsifié, additionné de dross par exemple, ou qu'il sort d'une autre bouillerie que celle de la Régie.

Le *dross*, résidu qui se condense dans le fourneau et le tuyau de la pipe, est beaucoup plus riche en morphine que le Chandoo. On en fait un extrait qui a une saveur âcre, empyreumatique, et qui porte à la tête. Entre l'opium de bonne qualité et le dross qui apporte aux poumons, à chaque aspiration, une quantité relativement considérable de morphine, il y a la différence qui existe entre le vin naturel et le vin frelaté additionné d'alcool. Le mandarin qui fume 150 pipes d'opium bien préparé s'achemine plus lentement vers la déchéance que le coolie qui s'intoxique avec un produit trop riche en morphine. C'est surtout par raison d'économie que les indigènes donnent la préférence au dross. Cependant, c'est quelquefois par goût, de même que certains buveurs aiment mieux les eaux-de-vie de mauvaise qualité.

Moissan a étudié, par la méthode des distillations fractionnées, divers échantillons de Chandoo provenant de Chine et de la manufacture de Saïgon.

De l'opium chauffé à 250° s'élève une fumée légère et bleuâtre. Lorsque le dégagement a cessé, il faut porter la température à 275 ou 280° pour en produire un nouveau. Vers 300°, la fumée devient blanche et plus lourde; son odeur est moins agréable. A 350°, la fumée ne contient encore qu'un peu de parfums volatils et une faible dose de morphine. Le dross et les opiums de mauvaise qualité que fume la basse classe ne distillent qu'à une température beaucoup plus élevée, et alors les substances toxiques, telles que le pyrrol, l'acétone et les bases hydropyridiques apparaissent rapidement et en quantité notable dans la fumée.

On est loin d'être d'accord sur la quantité de morphine absorbée par le fumeur. Les uns supposent qu'un huitième de cet alcaloïde est retenu par les poumons. D'autres estiment que quarante pipes, c'est-à-dire 10 grammes de Chandoo, contenant 75 centigrammes de morphine, peuvent être remplacées par 20 centigrammes d'extrait thébaïque introduits par la voie stomacale. D'après Mac Callum, chimiste du Gouvernement anglais à Hong-Kong, la morphine se déposerait dans la pipe et n'arriverait pas jusqu'à la bouche du fumeur. Le goût amer de cet alcaloïde ne serait pas perçu quand on fume l'opium et il serait possible que la sensation agréable fût produite par un corps qui prendrait naissance pendant la combustion. A. Gautier pense que les bases hydropyridiques, et non pas l'opium, sont la cause de l'intoxication[1].

Le fumeur se livre à sa passion, soit à domicile, seul ou en compagnie de quelques amis, soit à l'auberge ou dans une fumerie publique. Il y en a pour toutes les bourses : des bouges, où grouille l'écume des villes; d'élégantes, établies dans de luxueux Yamens, retraites paisibles, dont les salles de repos s'ouvrent sur une cour intérieure alimentée en eau vive.

Le fumeur se couche sur un lit bas, ayant à sa portée, sur un plateau, sa pipe, sa boîte à chandoo, une longue aiguille pour confectionner la boulette d'opium, un grattoir pour recueillir le dross, et une petite lampe portative. La pipe à opium est un bambou de 50 centimètres de longueur, fermé à l'une de ses extrémités. Latéralement, à 40 centimètres de l'embouchure, s'adapte un fourneau de terre rouge ou brune, qui ne communique à l'extérieur que par un pertuis de 2 à 3 millimètres de diamètre.

La préparation d'une pipe d'opium exige une certaine habileté. L'aiguille est plongée dans le chandoo et tournée entre le pouce et l'index au-dessus de la flamme. Sous l'influence de la chaleur, l'opium se déshydrate et se gonfle en une grosse bulle d'un brun doré qui répand une odeur fine et pénétrante. Quand la consistance est convenable, ce que le fumeur apprécie en roulant sur la pulpe du doigt la boulette d'opium, toujours adhérente à l'aiguille, il en fait un petit cône qu'il introduit par le sommet dans le pertuis du fourneau. Par des mouvements de torsion, l'aiguille est

[1] En tout cas, il n'est pas exact de dire, comme le fait Brunet, auteur d'un excellent travail présenté au Congrès colonial de Paris, 1903, et publié dans le *Bulletin médical*, 1903, n° 27 : « Chaque bouffée de vapeur d'opium inspirée, qui constitue une pipe, amène donc directement le redoutable composé de vingt-trois puissances nocives, et c'est le poumon, organe récepteur par excellence, qui offre sa large surface d'absorption aux funestes vapeurs comme la voie de pénétration la plus sûre et la plus rapide de l'économie »

retirée avec adresse, de manière à ce que le canal qu'elle laisse après sa retraite demeure perméable.

Cela fait, le fumeur se couche sur le côté, la tête sur l'oreiller, dans une position confortable. Il porte la pipe à sa bouche, approche le fourneau de la lampe, et fait coup sur coup, sans reprendre haleine, trois à quatre longues inspirations pendant que l'opium grésille. La fumée est avalée et rejetée par la bouche et les narines. Pendant ce dernier temps, qui dure à peine quelques secondes, le fourneau doit rester au-dessus de la flamme jusqu'à ce que les dernières particules d'opium poussées par l'aiguille vers le pertuis soient consumées.

Après quoi, le fumeur gratte avec la tête aplatie de l'aiguille le résidu qui encrasse l'orifice et prépare immédiatement une nouvelle pipe. Chaque fois, c'est une dose d'environ 25 centigrammes d'opium qui est utilisée, et, comme la ration quotidienne d'un fumeur moyen est de 30 à 40 pipes, cela fait une consommation de 8 à 10 grammes d'opium par jour. L'accoutumance arrive vite, et tel qui, au début, se contentait de 5 à 6 pipes arrive plus ou moins rapidement à en fumer 100. L'interprète qui m'accompagnait durant mon voyage en Chine avait déjà atteint ce chiffre, bien qu'il ne fût âgé que de 17 ans. Certain vice-roi, il y a quelques années, dépassait 150 pipes.

Pour obtenir la félicité qu'il cherche, l'opiomane a besoin du calme parfait. Aussi fume-t-il de préférence le soir, après la journée faite, quand il a la certitude de ne pas être dérangé par des importuns[1]. S'il est des fumeurs honteux, la plupart vantent, au contraire, les bienfaits de l'opium, et, comme les morphinomanes, cherchent à faire des prosélytes.

Quelquefois, les premières pipes sont mal supportées par le débutant, qui est pris de vertiges, de nausées et de vomissements. Cela est d'ailleurs assez rare.

Quand la tolérance est acquise, le premier effet de l'opium est de plonger le fumeur dans une félicité parfaite. L'esprit semble libéré de ses attaches terrestres. Tout souci s'efface, toute préoccupation de la vie matérielle est bannie. Dans cet état d'euphorie, l'intelligence et la mémoire s'exaltent, la parole est facile, la pensée nette et prompte, les problèmes les plus ardus sont délibérément abordés et semblent aisés à résoudre. Maints projets sont ébauchés, mais bientôt abandonnés, car cette suractivité morbide masque une diminution réelle de la faculté d'attention. Privé de jugement et de volonté, l'opiomane flotte dans un rêve imprécis et contemple avec une jouissance indicible les visions fugitives et riantes que lui impose son imagination déréglée.

Au réveil, le souvenir de cette ivresse s'estompe; pourtant de fins lettrés nous ont laissé le tableau fidèle de leurs sensations. P. Loti, dans une page des *Derniers jours de Péking*, a retracé de main de maître l'état psychique que procure l'opium :

« Par degrés, il nous apportera l'extase chinoise, l'oubli, l'allègement, l'impondérabilité, la jeunesse. »

. . . . . .

« Dans un anéantissement physique très particulier, qui laisse se libérer l'esprit (à Bénarès, peut-être dirait-on : se dégager le corps astral), tout nous paraît facile, amusant, dans ce palais, et ailleurs dans le monde entier. Nous nous félicitons d'être venus habiter la « Ville jaune » à un instant unique de l'histoire de la Chine, à un instant où tout est ouvert et où nous sommes encore presque seuls, libres dans nos fantaisies et nos curiosités. La vie nous semble avoir des lendemains remplis de circonstances intéressantes, et même nouvelles. En causant, nous trouvons des suites de mots, des formules, des images rendant enfin l'inexprimable, l'en-dessous des choses, ce qui n'avait jamais pu être dit. Les désespérances, les grandes angoisses que l'on traînait partout comme le boulet des bagnes, sont incontestablement atténuées.

Quant aux petits ennuis de la minute présente, aux petits agacements, ils n'existent plus... Par exemple, à travers les glaces de la galerie, quand nous apercevons, dans le lointain du palais de verre, un pâle fanal de mauvais aloi qui se promène, nous disons, sans que cela nous agite aucunement :

— Tiens! encore des voleurs! Ils doivent pourtant nous voir. Demain il faudra songer à faire une battue! »

Un médecin, doublé d'un psychologue, le Dr Laurent, auteur d'une monographie où l'analyse la plus incisive s'allie à l'élégance du style, a rendu en termes excellents l'état du fumeur pendant cette période d'excitation : « Il pense à peine; les idées flottent très vagues, à peine reconnues par la conscience, si bien même qu'il arrive que si, voulant graver dans l'esprit une idée qui vient de plaire, on fait effort pour la formuler une seconde fois, elle a disparu. On a presque la sensation de tableaux grisâtres, vagues, ondulant devant l'esprit qui n'a pas la force de s'apercevoir nettement de ses pensées[1]. »

A cette phase de demi-conscience, succède un sommeil tardif, lourd et sans rêve. Au matin, rien ne subsiste du bel optimisme de la veille. Pour peu que la dose habituelle d'opium ait été dépassée, la tête est vide, la parole pâteuse, la mémoire incertaine, les idées confuses, la tâche quotidienne qu'il va falloir aborder inspire un dégoût insurmontable. Souvent alors le fumeur aspire quelques bouffées d'opium pour se mettre d'aplomb, et aussitôt le poison donne un coup de fouet à ses facultés

[1] La pointe d'opium, obtenue par de faibles doses, aiguise l'intelligence. C'est le moment précis que choisissent les négociants chinois établis en Indo-Chine pour traiter les affaires difficiles.

[1] Laurent : *Essai sur la psychologie et la physiologie du fumeur d'opium*. Paris, J. André, 1897.

engourdies, de même que l'alcool redonne du ressort au buveur après une nuit d'orgie.

Le fumeur d'occasion en est quitte pour un malaise bientôt dissipé. Tout le jour, il exécute sa besogne sans entrain, mais sans défaillance, si elle est facile et n'exige aucune initiative. Mais celui qui cultive la pipe glisse rapidement sur la pente fatale. Vers le déclin du jour, le besoin de l'opium renaît impérieux et demande à être satisfait sur l'heure. Ainsi s'installe, en quelques semaines, parfois même en quelques jours, une habitude tyrannique, d'autant plus difficile à déraciner que l'affaiblissement de la volonté est l'une des tares les plus précoces que l'opium inflige à ses adeptes. Pour retarder cette échéance prévue et redoutée, beaucoup de Chinois et d'Annamites de la classe aisée évitent de fumer à heure fixe; mais ceux qui ne sont pas doués d'une grande force de caractère finissent par succomber à la tentation et, après une lutte plus ou moins longue, deviennent tout à fait incapables de résister aux attraits du poison.

Un homme peut boire, chaque jour, toute la vie durant, une certaine quantité de vin sans devenir alcoolique; mais le fumeur d'Extrême-Orient, comme le morphinomane, ne peut apaiser son besoin d'opium qu'en absorbant des doses de plus en plus élevées de poison. Heureusement la cherté de l'opium contraint la basse classe à une sobriété relative. Si l'opium était à bas prix, il causerait d'effroyables ravages, car beaucoup de Chinois et d'Annamites fument à peu près tout ce qu'ils gagnent. Quant à l'Européen, qui peut satisfaire sa passion sans compter, il aboutit à peu près sûrement à l'intoxication chronique. Dès lors, il est l'esclave de sa pipe, il ne vit que par elle et pour elle. Honneur, affections, carrière, tout est sacrifié à cette passion de plus en plus exigeante. Rien n'est plus navrant que de lire le journal d'un opiomane, où il relate, jour par jour, son calvaire, ses minutes de lucidité et de révolte contre l'opium, ses heures de lâcheté et d'abdication!

Peu à peu, le fumeur se désintéresse de tout ce qui n'est pas sa passion. Ses proches, ses amis remarquent avec anxiété les lacunes de sa mémoire, l'inexactitude de ses assertions, la faiblesse de son jugement, l'inégalité de son caractère, le relâchement de ses liens affectifs. Il n'est plus que l'ombre de lui-même et tombe dans une torpeur invincible, au milieu d'une conversation ou d'un repas, dès qu'il n'est plus sous l'influence du poison.

J'ai connu en Indo-Chine un Européen, grand fumeur d'opium, qui en était arrivé au point de ne plus quitter son lit. Il vivait sans nul souci de sa personne, dans un taudis sordide et obscur où il n'admettait que le boy chargé de préparer sa pipe. Depuis plusieurs mois, il ne se nourrissait plus que de sucreries. En un tel état de misère physique et morale, comment un être sans volonté n'obéirait-il pas aux injonctions du besoin, alors que quelques pipes suffisent pour calmer ses tourments, apaiser ses remords et masquer momentanément sa déchéance[1]?

Vienne une circonstance imprévue qui prive le fumeur de son stimulant habituel, et cette misérable loque humaine, talonnée par le besoin, donne les signes d'une déséquilibration psychique complète. Maintes fois j'ai vu des porteurs et des muletiers dans cet état de souffrance que les Chinois appellent le *Guien*. Si l'étape est plus longue que de coutume, ils donnent des marques visibles d'impatience; assoiffés d'opium, ils hâtent le pas et arrivent à l'auberge tout haletants et ruisselants de sueur. Sans prendre le temps d'absorber aucune nourriture, ils se précipitent sur leur pipe et fument avec avidité. Brunet a bien traduit les angoisses des opiomanes en état de jeûne : « Ils éprouvent, dit-il, le besoin de fumer d'une manière tellement irrésistible que c'est une monomanie impulsive analogue aux envies de la grossesse, avec cette aggravation qu'ils sont malades s'ils ne se satisfont immédiatement; ils bâillent, ils crachent, ont des bouffées de chaleur alternant avec des frissons, des crises de sueur, se sentent les yeux pleins de larmes, ne peuvent avaler une bouchée, sont envahis par une angoisse d'attente, un désir si violent qu'ils ne peuvent supporter de retard, et, quelle que soit la gravité des circonstances, les nécessités du service ou de la fonction, il faut qu'ils se précipitent sur leur pipe; ils la préparent avec de tels trépignements de joie impatiente que leurs mains en tremblent, puis ils la hument goulûment comme quelqu'un qui allait étouffer et qui aspire enfin la bouffée d'air sauveur qui ramène à la vie[2]. »

Un observateur exercé reconnaît à première vue un fumeur d'habitude, de même qu'il discerne aisément un alcoolique. Mais, entre ces deux intoxiqués, le contraste est frappant. Tandis que le buveur parle avec volubilité, se dépense en actes inutiles, gesticule et s'emporte, le fumeur d'opium

[1] J'ai pu observer un Européen qui fumait, dans sa journée, jusqu'à 120 pipes d'opium. Le matin, à 11 heures, au sortir du bureau, il prenait un acompte de 20 pipes, puis il déjeunait. Le soir, à 6 heures, derechef 20 pipes, puis il dînait. Alors commençait une longue séance qui se poursuivait pendant des heures, jusqu'à ce que le chiffre de 80 pipes fût atteint. Cet Européen était un agréable causeur il avait le travail facile et l'intelligence ouverte, mais il perdait toutes ces qualités quand il n'était plus stimulé par l'opium. En moins d'une année, il était devenu incapable de tout effort physique ou intellectuel.

[2] E. Brunet : Une avarie d'Extrême-Orient : la fumerie d'opium. Nécessité de l'éviter et possibilité de la guérir. — Mémoire présenté au Congrès colonial de Paris et publié dans le *Bull. médical*, 1903, nº 27, p. 313.

est morne, silencieux, atone, avare de ses mouvements.

Beaucoup de fumeurs ont un embonpoint raisonnable ou même de la corpulence, mais ceux qui fument avec excès arrivent au dernier degré de la maigreur : ce sont de vrais squelettes ambulants.

Leur visage est bouffi et d'une extrême pâleur; leurs traits tirés expriment la tristesse et la souffrance; leur regard, voilé par des paupières lourdes, tombantes et chassieuses, est sans expression, car ils sont étrangers au monde extérieur. Jour et nuit, ils sont torturés par une insomnie rebelle à tout traitement[1]. Ils se plaignent de démangeaisons, siégeant surtout au nez, aux lèvres, à la tête, aux parties génitales, mais beaucoup moins vives que celle des cocaïnomanes. La sensibilité de la peau, surtout à la douleur, est manifestement diminuée. La force musculaire va s'amoindrissant et le corps se couvre de sueurs profuses au plus léger effort. Les mouvements sont lents et incertains, la démarche hésitante. Aucune des grandes fonctions n'est épargnée. Le pouls et la respiration se ralentissent et deviennent arythmiques; la sécrétion de la salive, de la bile et de l'urine diminue. La vessie est paresseuse et se vide incomplètement. La gorge est sèche, la soif ardente, l'appétit nul, la langue chargée, la constipation opiniâtre. Les forces viriles, malgré les visions érotiques que suscite le poison, déclinent rapidement..... Cette lamentable agonie, aussi pénible pour l'entourage que pour le patient lui-même, peut être abrégée par une complication intercurrente. Sinon la vie se prolonge dans le gâtisme jusqu'au jour où une diarrhée incoercible met fin à ce long martyre.

Le fumeur invétéré n'est pas sujet, comme l'alcoolique, à de violentes crises d'excitation, et jamais il n'est nécessaire de l'interner. D'après les observations concordantes des médecins aliénistes des Indes anglaises et néerlandaises, l'opium est rarement l'origine de maladies mentales. G. Ellis, directeur du Lunatic Asylum de Singapour, n'a pas encore vu un seul cas de folie imputable avec certitude à l'intoxication par la fumée d'opium[2].

Mais il n'est pas douteux que l'abus de ce poison entraîne à la longue un affaiblissement du sens moral. Pour satisfaire sa passion ruineuse, le fumeur s'endette et plonge sa famille dans la misère; réduit aux expédients, il a recours à des combinaisons louches, à des actes délictueux, à l'escroquerie et au vol. On estime que la proportion des fumeurs d'opium dans les prisons de Singapour et de Hong-Kong est de 60 %.

Les tares physiques, intellectuelles et morales de celui qui s'adonne à l'opium le rendent impropre à remplir une fonction publique. On ne saurait tolérer ce vice dégradant chez celui qui détient une parcelle de l'autorité; il ne possède plus l'énergie, la décision, le courage, la vigueur, toutes qualités requises pour exercer le commandement. Officier de quart, il peut, pendant une de ces éclipses de l'intelligence familières aux fumeurs, conduire un navire à sa perte; — administrateur colonial, il se laisse aller aux actes irréfléchis, aux exactions, aux abus de pouvoir; — magistrat, il trafique de la vie, de l'honneur et des biens de ceux auxquels il doit la justice.

Le Gouvernement de l'Inde anglaise rejette, comme indignes de servir, les Européens convaincus de fumer habituellement l'opium. En Indo-Chine, cette pernicieuse passion est fort répandue parmi la population blanche. « Nombreux sont ceux qui consomment au moins un kilog par mois, et mon opinion, dit Laurent, est que plus de la moitié des fonctionnaires ou commerçants européens en Indo-Chine fument l'opium, ouvertement ou clandestinement[1]. » Récemment, une circulaire du lieutenant-gouverneur de la Cochinchine rappelait au corps des administrateurs, en termes comminatoires, l'interdiction de fumer.

Au Tonkin, dit E. Martin, « le culte de la pipe s'est généralisé et dépasse promptement toute mesure... Quant à la pratique dans les rangs de l'armée française, elle s'y est malheureusement introduite malgré les obstacles que des règlements sévères lui suscitent, et elle y exerce des ravages qu'on ne saurait trop déplorer[2] ».

Une statistique établie récemment accuse 15 % de fumeurs d'opium dans les régiments d'infanterie coloniale, 20 % dans la Légion étrangère, 25 % parmi les Européens détachés dans les régiments indigènes et 30 % parmi les soldats indigènes[3].

D'Indo-Chine et des stations d'Extrême-Orient, les troupes coloniales, les officiers et les équipages de la flotte ont importé en France la funeste habitude de fumer l'opium. Ils ont fait de nombreux prosélytes dans nos ports de guerre. A Toulon d'abord, puis à Brest, Lorient, Rochefort, Cherbourg, des fumeries, en nombre relativement considérable, se sont ouvertes où marins et soldats de tous grades s'adonnent aux voluptés de la pipe en

[1] D'après Laurent, chez les hystériques hypnotisables, l'opium, fumé même à petite dose, empêche la réalisation de l'hypnose, peut-être parce que les sujets sont privés d'attention, conséquence de la faiblesse de la volonté.

[2] A l'autopsie des opiomanes, on ne constate aucune modification appréciable des tissus ni des organes.

[1] Laurent : *Essai sur la psychologie et la physiologie du fumeur d'opium*. Paris, J. André, 1897.

[2] E. Martin : *L'opium, ses abus*, etc., 1893.

[3] *Courrier de Haïphong*, 9 juin 1904.

compagnie de demi-mondaines. Beaucoup d'aspirants, dès leur sortie de la frégate-école, s'enrôlent dans une fumerie.

Justement ému des ravages causés par l'abus du dangereux narcotique, le Gouvernement étudie, à l'heure actuelle, les mesures à prendre pour enrayer le fléau. L'état actuel de notre législation ne permet d'atteindre le fumeur d'opium qu'en prenant un détour. En vertu de la loi du 19 juillet 1845 et de l'ordonnance du 29 octobre 1846 sur les substances vénéneuses, sont punies de 100 à 3.000 francs d'amende et de six jours à deux mois de prison les personnes qui, sans y être autorisées, vendent des toxiques. Des visites domiciliaires viennent d'être faites à Toulon. Ces opérations ont été très fructueuses, car elles amenèrent la confiscation d'une quantité importante d'opium. Les détenteurs vont être poursuivis correctionnellement. Ces mesures seront-elles efficaces? on peut en douter. Le fumeur est fertile en expédients quand il s'agit de satisfaire son vice. Et, d'ailleurs, beaucoup d'habitués de la pipe rapportent d'Extrême-Orient une ample provision de chandoo pour leur consommation personnelle.

Du reste, la France n'est pas le seul pays où se soit introduite l'habitude de l'opium. On fume à Londres et dans les ports d'Angleterre. On fume à San Francisco et en Californie, où l'élément chinois est nombreux. Allen Williams, dans un ouvrage déjà ancien, estime qu'il y a près d'un million de fumeurs d'opium aux États-Unis. Leur nombre paraît s'accroître à New-York et dans d'autres villes de l'Est aussi bien que de l'Ouest. Les statistiques du Bureau national montrent que la quantité d'opium importée aux États-Unis a passé, de 1870 à 1880, de 189.354 livres à 243.211 livres pour l'opium brut, et de 49.375 livres à 77.196 livres pour l'opium préparé, bien que le nombre des Chinois soit resté stationnaire, ou à peu près, depuis 1876. De l'opium brut, une certaine quantité est réexportée aux Indes Occidentales; la plus grande partie de l'opium préparé est consommée à San Francisco. Il existe de nombreuses fumeries dans toutes les grandes villes d'Amérique, et même à New-York, bien qu'une loi de cet État interdise l'ouverture de ces établissements. En 1883, le Gouvernement a élevé le droit d'entrée de 6 à 10 dollars par livre sur l'opium préparé, ce qui n'a pas empêché l'importation d'atteindre 66.232 livres. Malgré la hausse formidable de l'opium brut, dont le prix a presque doublé en un an (12 fr. 50 en 1886, 23 francs en 1887), le stock importé atteignait, à cette date, 568.263 livres [1].

L'opium est nuisible à l'individu, à la race, à la société. Il a, de plus, des conséquences économiques fort graves, car la satisfaction de ce besoin factice coûte fort cher.

En Indo-Chine, d'après E. Martin, « la dépense journalière d'un fumeur de la classe riche peut atteindre 10 à 12 francs : les coolies ne dépassent guère 0 fr. 75, en mauvais opium, bien entendu ». Ce dernier chiffre peut paraître bien minime. Il est, au contraire, très élevé, eu égard au salaire moyen des indigènes. Beaucoup ne consacrent pas plus de 4 ou 5 sous par jour, et même moins, à leur nourriture [1]. On voit par cet exemple combien l'usage de l'opium grève lourdement le budget de la classe pauvre. En réalité, ce vice arrive à tripler ou quadrupler le prix de l'existence, ce que ne fait pas l'alcool en Occident. Les gages d'un boy ordinaire sont de 8 piastres, soit 20 francs par mois, somme à peine suffisante pour payer sa consommation en opium; aussi ne se fait-il pas faute de voler son maître. Beaucoup d'Annamites et de Chinois ne se résignent au dur métier de piroguier ou de porteur de chaise que pour avoir de quoi se procurer de l'opium. Et, comme la plupart ne peuvent faire une telle dépense, ils fument de

[1] L'opium n'a pas eu que des détracteurs. Au dire des indigènes, et quelques médecins européens partagent cette opinion, les fumeurs seraient à l'abri du paludisme, de la diarrhée et de la dysenterie. Un observateur qui a vécu longtemps en Extrême-Orient, le Dr Laurent, arrive à cette conclusion, surprenante autant qu'inattendue, que l'opium, chez les neurasthéniques, amènerait une véritable tonification mentale : « Ils y trouvent la tranquillité, l'absence de préoccupations continuelles, la force de faire leur travail, un état meilleur en un mot, ce qui compense pour eux les inconvénients d'une habitude chronique. Chaque séance d'opium les ramène pour quelques heures à la vie normale: ils sont devenus des intoxiqués, mais ne sont plus des neurasthéniques. Ils ont, en somme, changé leur dépression, leur fatigue continuelle, pour l'état intermittent de besoin qui ressemble tant à une crise aiguë de neurasthénie. Il nous semble, suivant en cela leur propre opinion, qu'ils n'ont pas perdu au change, au moins pour le moment présent; nous faisons toute réserve pour l'avenir, bien que nous ne sachions trop si celui d'un fumeur doit paraître plus sérieux que celui d'un neurasthénique atteint gravement ». (L. Laurent : *Bull. de l'Institut général psychologique*, 1903.) — Parmi ceux qui essaient de disculper l'opium d'une partie des accusations portées contre lui, il n'y a pas que des négociants intéressés à la prospérité de ce commerce. Des hommes dont la parole a beaucoup de poids ont plaidé les circonstances atténuantes en faveur de l'opium. Sir John Strachey, lieutenant-gouverneur de la Présidence de Bombay, écrit dans l'*Inde* (traduction J. Harmand, 1892) : « L'opium absorbé avec excès peut produire sans doute des effets tout aussi pernicieux que la consommation excessive d'alcool; mais il ne peut pas faire plus de mal que l'alcool à ceux qui en abusent, et il est certainement moins dangereux pour leur entourage. Fumé avec modération, suivant la pratique de la grande majorité des Chinois, il n'existe aucune raison de croire que l'opium soit pernicieux. » Ce n'est pas l'usage, c'est l'abus qui est nuisible. Je n'y contredis pas, mais l'un ne mène-t-il pas infailliblement à l'autre?

[1] Cette estimation, exacte il y a quelques années (1899-1900), est peut-être trop faible aujourd'hui, par suite de la hausse des denrées dans les régions traversées par les chemins de fer.

l'opium de contrebande et mal préparé, ou le dross, très chargé en morphine, et partant très toxique.

Au Yunnan, où le prix de la main-d'œuvre est à peu près le même qu'en Indo-Chine, la pipe d'opium revient, d'après mon évaluation personnelle, à moins de 1 centime. Ce chiffre est beaucoup plus faible qu'en Indo-Chine, où les droits sur l'opium sont très élevés; néanmoins, pour le fumeur moyen, qui se contente de 40 pipes, cela fait une somme de 0 fr. 40 par jour, et de 12 francs par mois. Dans des agglomérations très pauvres, telles que la chrétienté de Pin Kio, un fumeur ordinaire dépense 150 sapèques par jour pour son opium; or, un ouvrier gagne au plus 40 à 50 sapèques; aussi est-il rapidement réduit à la misère.

Pour les colonies européennes d'Extrême-Orient, l'opium mis en ferme ou en régie est une source importante de revenu, qui s'accroît d'année en année. Cet impôt de consommation a rapporté, en Indo-Chine, 8 millions de francs en 1887, et 14 millions en 1904, sur un budget de près de 77 millions. En 1899, il a été fabriqué à la bouillerie de Saïgon environ 110.000 kilogs de chandoo[1]. La progression est régulière : en 1900, 106.989 kilogs; en 1901, 113.901 kilogs; en 1902, 112.731 kilogs; en 1903, 129.740 kilogs. En 1904, la quantité consommée est tombée à 110.626 kilogs. Ce fléchissement est dû à une crise économique passagère, causée par une série de fléaux : récolte médiocre, typhon, inondations, etc.[2]. L'opium est mis à la portée des consommateurs par des débitants asiatiques qui paient une licence. Il est impossible d'évaluer la quantité d'opium que la contrebande introduit en fraude dans la colonie.

Dans l'Inde anglaise, les droits prélevés sur l'opium, en 1881, ont été de 10.480.51 livres sterling (262.001.025 francs). En 1882-1883, l'Inde a exporté en Chine et dans d'autres pays un total de 91.998 caisses d'opium d'une valeur de 287.034.400 francs. Après l'impôt sur la terre (*Land Revenue*), l'opium est la source la plus importante de recettes pour le budget de l'Inde. Il a rapporté, en 1888-89, 215 millions de francs[3]. Telle est la redevance annuelle que la Chine paie aux Anglais depuis le traité de Nangkin, car presque tout le stock indien est importé en Chine.

Une autre conséquence indirecte, mais désastreuse, de l'abus de l'opium, c'est la famine. Depuis 1870, l'opium persan a été exporté en grande quantité de Bouchir et de Bender-Abbas, ports situés sur le golfe Persique, à destination de Londres, des Établissements du Détroit et de la Chine. A cette date, la production annuelle ne dépassait pas 2.600 caisses; mais la culture du pavot, étant très rémunératrice, fut substituée à celle des céréales et du coton. Il en résulta une grande famine en 1871-1872. Malgré cette leçon, la culture du pavot s'étend tous les jours, surtout dans la région d'Ispahan qui est riche en cours d'eau, tandis que le Yezd en est dépourvu. Autour de Chiraz, Beh-heban et Kermanshah, les champs de pavot s'étendent sur une très vaste superficie, ce qui fait monter le prix des céréales. De 1859 à 1877, la production de l'opium persan a passé de 300 caisses à 7.700, dont les cinq sixièmes environ se rendent au marché chinois.

Autrefois, dans l'Empire du Milieu, la province du Chen-si produisait 30 °/₀ de l'opium indigène; mais la famine qui suivit l'abandon de la culture des céréales contraignit le Gouvernement chinois à interdire l'extension de la culture du pavot dans le Chen-si, le Ho-nan, et le Chi-li. Toutefois, malgré les édits, il n'est pas douteux que les quatre cinquièmes de l'opium consommé en Chine sont indigènes.

Dans l'Inde anglaise, mêmes erreurs économiques et mêmes suites fâcheuses. Sur les territoires de la Couronne, dans les Agences de Behar et de Bénarès, souvent le Gouvernement fait des avances en argent aux indigènes pour encourager la culture du pavot. A Malwa, l'opium rapporte trois à sept fois plus que le froment ou les autres céréales, et, sur des terrains exceptionnellement favorables, jusqu'à douze et même vingt fois plus que le blé. C'est une des causes principales de ces famines périodiques qui désolent l'Inde et font des millions de victimes.

En 1875, 1.500.000 Hindous moururent de faim dans l'Orizza, les céréales ayant cédé la place au pavot. En 1868, 1.200.000 indigènes dans le Radjpoutana succombèrent, parce que les districts voisins de Malwa n'étaient plus approvisionnés en grains.

En 1874, lord Northbrook eut à nourrir 4 millions de faméliques au Bengale durant quatre mois, ce qui coûta 6 millions de livres sterling, parce que, sur des milliers d'acres, le pavot avait supplanté le blé.

---

[1] L'opium de qualité supérieure, dit de Bénarès, est acheté par l'Administration au prix de 19 piastres le kilog, et vendu au consommateur 68 piastres après sa transformation en chandoo. En évaluant la piastre à 2 fr. 50, valeur qu'elle avait en 1900, cela met le kilog d'opium préparé à 170 francs. En comptant 4.000 pipes de 25 centigrammes au kilog, on trouve que la pipe revient à 0 fr. 042, soit un peu plus de 4 centimes.

[2] P. Merle et L. Lefebvre : *Note sur l'opium en Indo-Chine*. Saïgon, 1906.

[3] Sir J. Strachey : *L'Inde*, trad. par J. Harmand, 1892, p. 82.

V. — La lutte contre l'opium.

Abrutissement et sénilité précoce pour l'individu, misère et déshonneur pour la famille, diminution de la natalité et abâtardissement pour la race, élévation du taux des crimes et délits pour la société, appauvrissement de la fortune publique et famines pour l'Etat, telles sont les conséquences de l'opium, péril social qui ne le cède guère à l'alcool.

Les moralistes et les philanthropes chinois ont essayé d'arrêter le fléau contre lequel les édits les plus sévères se sont montrés impuissants. Ils ont complètement échoué. En Chine, on a utilisé la propagande par l'image contre l'opium, comme on l'a fait en Occident contre l'alcool. Des estampes, des albums représentant les étapes successives de la vie du fumeur d'opium ont été répandus. « Sur la première planche, un personnage, qu'à ses vêtements somptueux on devine être de noble extraction, est étendu parmi des coussins. A la page suivante, les yeux du fumeur sont devenus caves, sa main a maigri, quelques meubles ont disparu. Plus loin, on le voit en fureur, battant sa femme, pendant qu'à l'arrière-plan des coolies achèvent de disperser le mobilier. Enfin, l'homme est couché sur un grabat. Ses vêtements se sont effilochés, laissant paraître les membres étiques. Son cou misérable et noueux supporte à peine sa tête vacillante, et ses moustaches mal soignées pendent sordidement sur sa bouche. Il meurt enfin, ruiné, dans l'ombre et la solitude[1]. » Ces publications n'ont donné aucun résultat appréciable[2].

Seuls, les Japonais ont fait l'effort nécessaire pour se préserver du fléau. Devant l'imminence du danger, ils n'ont pas hésité à recourir aux moyens extrêmes. Des peines d'une sévérité draconienne (les travaux forcés à temps et de fortes amendes) sont appliquées aux délinquants, et par ce moyen ils ont réussi à enrayer le mal dès sa naissance. Ils sont même parvenus, dit-on, à extirper la pernicieuse habitude de Formose, leur colonie.

Actuellement, parmi les Etats d'Europe, d'Amérique et d'Océanie, un mouvement général se dessine contre l'opium. Les blancs se sentent menacés, car le mal prend racine chez eux. Et d'ailleurs, ils commencent à comprendre que c'est un bien mauvais calcul, — pour élevée que soit la redevance qu'ils tirent de l'opium, — de favoriser la dégénérescence des races indigènes, les seules capables de fournir la main-d'œuvre dans les colonies situées sous les tropiques.

Le Gouvernement français s'émeut, non sans raison, des progrès que fait l'opium dans nos ports de guerre et s'apprête à sévir.

Les États-Unis vont organiser la lutte aux Philippines. La Commission qui a été instituée à cet effet propose d'établir les mesures suivantes : La vente de l'opium serait le monopole de l'État. Dans trois ans, son importation serait absolument interdite, sauf pour les usages médicaux. Les enfants apprendront à l'école combien l'opium est malfaisant. Dès à présent, seuls les fumeurs notoirement connus et âgés de plus de vingt et un ans pourront obtenir l'autorisation de se procurer de l'opium. Pour éviter toute fraude, ils seront tenus de s'adresser toujours au même dépôt, auquel ils devront fournir leur licence accompagnée de leur photographie. Les fumeurs qui manifesteront le désir de renoncer à l'opium seront traités gratuitement dans les hôpitaux gouvernementaux. Les fumeurs incorrigibles seront punis, ou même bannis. Enfin, mesure radicale, tout Chinois convaincu de faire le trafic secret de l'opium sera renvoyé dans son pays aux frais du Gouvernement. Les fumeries, qui font de nombreuses recrues, seront fermées.

En Australie, la campagne contre l'opium, qui avait pris naissance dans les États de Victoria, de la Nouvelle-Galles du Sud et de l'Australie méridionale, est arrivée à ses fins, et le Gouvernement fédéral vient d'interdire la vente de ce produit, sauf quand il est destiné à la préparation des médicaments.

Le Transvaal a été plus loin dans cette voie. L'importation de l'opium, même pour les usages médicaux, est prohibée, sauf le cas d'une autorisation spéciale pour une quantité déterminée.

En Angleterre, deux tendances opposées se dessinent. Le *Friend of China*, organe de l'Association pour la suppression du commerce de l'opium, envisage la question au point de vue confessionnel. Avant tout, l'opium est un vice qu'il faut exterminer parce qu'il rend stérile l'œuvre de l'évangélisation. On ne peut, dit-il, accomplir une telle œuvre, en tenant d'une main la Bible et de l'autre l'image de Mammon[1]. Il semble que de tels

[1] Bienvenu : *La Médecine internationale illustrée*, 1904.

[2] Le Code malgache, promulgué le 29 mars 1881, formule les défenses et les pénalités suivantes :

« Le pavot (dont on extrait l'opium) ne doit pas être cultivé sur la terre de Madagascar; ceux qui cultiveront cette plante seront punis d'une amende de cent piastres, et leurs cultures de pavots seront détruites; s'ils ne peuvent effectuer le versement de l'amende, les délinquants seront mis aux fers à raison d'un sikajy par jour jusqu'à concurrence du montant de sa valeur. » (Code malgache des 305 articles, article 181.)

En admettant, ce qui est douteux, que cet article ait jamais été appliqué, on peut se demander s'il est resté en vigueur depuis l'occupation française et l'introduction de la main-d'œuvre chinoise. Du reste, il est bon de remarquer que cet article ne défend pas d'*introduire* de l'opium à Madagascar, mais seulement d'y cultiver le pavot.

[1] Mammon, dieu des richesses chez les Syriens. →

arguments ne peuvent que nuire à la cause. Cependant, à l'instigation de cette Société, dès 1891, la Chambre des Communes se prononçait, en principe, contre le trafic de l'opium.

En 1893, Gladstone instituait une Commission d'enquête chargée d'étudier la question sous tous ses aspects. Après avoir entendu un grand nombre de témoins : hindous, chinois et européens, cette Commission conclut que l'Inde anglaise ne saurait se passer du revenu fiscal de l'opium, ni défendre radicalement la culture du pavot.

Mais le parti adverse ne se tient pas pour battu, et, à l'heure actuelle, la campagne contre l'opium reprend plus âpre que jamais. Trois cent vingt membres du Parlement anglais seraient, dit-on, disposés à voter la suppression de l'exportation de l'opium de l'Inde en Chine. Dans une réunion ayant pour but d'appuyer cette motion, le Dr J.-L. Maxwell, président du Comité consultatif des Sociétés anglaises contre l'abus de l'opium, a été jusqu'à dire : « L'Angleterre est le seul pays du monde qui favorise l'abominable et dégradant commerce de l'opium. » Dans cette même réunion, lord Kinnaird a rappelé les ravages causés par l'opiomanie parmi les Chinois. Les nations ont toujours payé leurs torts, ajouta l'orateur, et, durant le règne de la reine Victoria, pas une heure ne s'est écoulée sans qu'une tonne d'opium ait été exportée de l'Inde en Chine. Le Dr R.-E. Horton, tout en reconnaissant le préjudice que la suppression du commerce de l'opium porterait au budget de l'Inde, est d'avis que ce sacrifice s'impose pour le bon renom de l'Angleterre.

Cette campagne bruyante, plutôt qu'agissante, n'aura pas d'effet utile tant qu'elle se bornera à signaler les méfaits de l'opium, sans indiquer les moyens de combler le déficit qui résulterait de la disparition d'une des branches les plus importantes du trafic indien. Il ne faut pas oublier que l'Inde britannique consomme peu d'opium et exporte presque tout le stock qu'elle produit. Toutefois, le sacrifice serait aujourd'hui moins lourd qu'il y a dix ans. Lorsque la Commission d'enquête déposait son rapport, en 1895, le revenu de l'opium représentait 14 °/₀ des ressources budgétaires totales de l'Inde; actuellement, ce revenu est descendu à la proportion de 7 °/₀. Depuis 1888-1889, les droits perçus annuellement sur l'opium sont tombés de 215 millions de francs à 75 millions.

La Commission anglaise d'enquête était d'avis que « l'interdiction de l'usage de l'opium en Chine était une mesure qui devait être laissée à l'initiative du Gouvernement chinois, mesure à laquelle, d'ailleurs, se prêtent les conventions internationales ». La Chine, la principale intéressée, a enfin entendu cet appel et manifeste la volonté d'intervenir dans le débat. Au mois de janvier 1906, quatre vice-rois, placés à la tête d'une population de 180 millions d'habitants, affirmaient que le quart de leurs administrés étaient réduits à l'état squelettique par l'abus de l'opium. Comme remède, ils proposaient de réduire simultanément, et dans les mêmes proportions, l'importation indienne de l'opium et la culture du pavot sur le sol chinois.

Mais, pendant qu'on discutait ces demi-mesures, l'idée de la prohibition faisait du chemin, et un édit de l'empereur de Chine vient d'interdire l'usage de l'opium à compter d'un délai de dix ans. Puisse ce texte législatif ne pas rester lettre morte! L'Angleterre ne fera pas obstacle à cette réforme, à en juger par les affirmations de son ministre, M. Morley : « Si la Chine a réellement l'intention de combattre l'usage de l'opium, a-t-il dit, le Gouvernement anglais est tout disposé à lui prêter son concours, dût-il même en résulter un sacrifice d'argent pour le budget de l'Inde anglaise ». De son côté, la Chine doit fournir la preuve de sa sincérité, en proscrivant chez elle la culture du pavot.

L'agitation qui se fait en divers pays, autour de la question de l'opium, montre que l'humanité est consciente du danger. Toutefois, il faut le reconnaître, aucune entente internationale des Puissances pour lutter contre l'ennemi commun n'est à espérer; elles continueront à disperser leurs efforts, telle protégeant la métropole, et telle autre ses colonies, suivant que leur intérêt particulier l'exige; elles ne peuvent s'avancer dans la voie des réformes qu'avec une extrême circonspection, toujours arrêtées dans leur élan généreux par l'arrière-pensée de ne pas détruire l'équilibre de leur budget.

Chaque État doit donc étudier le problème à son point de vue personnel et le résoudre au mieux de ses intérêts. Que pourrait faire la France, sans porter préjudice au régime économique de ses possessions? La régie de l'opium en Indo-Chine est une source de gros revenus, dont la colonie ne saurait se passer. Et d'ailleurs l'habitude de fumer est si fort enracinée, non seulement parmi les Chinois, mais aussi parmi les indigènes annamites, laotiens et cambodgiens, que les peines les plus sévères seraient de nul effet. Comment tenir la main à ce qu'elles soient appliquées, alors que, sur 20 millions d'habitants, un tiers, peut-être, fume l'opium? La fermeture de la bouillerie de Saïgon n'aurait pas d'autre effet que de détourner au profit de la contrebande les sommes qui sont actuellement versées dans la caisse de la colonie.

Donc, ce que l'on peut tenter, ce n'est pas de

« Vous ne pouvez obéir à Dieu et à Mammon ». (Saint-Matthieu).

détruire la passion de l'opium chez les indigènes, c'est de la contenir en organisant dans les écoles l'enseignement antiopiacé, à l'instar de l'enseignement antialcoolique, et en écartant des places rétribuées par la colonie ou les municipalités les indigènes fumeurs d'opium avérés.

Mais on ne peut sévir avec trop d'énergie contre les fonctionnaires européens, civils ou militaires, qui s'adonnent à l'opium. Par une série de peines graduées : l'avertissement, le blâme, l'absence de tout avancement, la suspension, la mise à la retraite d'office et même la révocation, il faut rendre à l'élément dirigeant la dignité sans laquelle il ne peut avoir d'ascendant sur l'indigène.

Dans la métropole, la fermeture des fumeries publiques ou clandestines s'impose. Les vendeurs et détenteurs d'opium de pipe, quels qu'ils soient, doivent être condamnés à de fortes amendes, à la prison, et à la confiscation du produit prohibé. Si les lois existantes ne permettent pas d'atteindre le but, le Gouvernement peut s'adresser aux Chambres : elles ne lui refuseront pas les armes nécessaires pour combattre un fléau, encore à l'état naissant, mais qui menace d'infliger à notre marine et à nos troupes coloniales une tare avilissante.

VI. — La cure du fumeur d'opium.

Le fumeur peut-il, sans danger, être soumis à l'abstinence de l'opium? Evidemment, les intéressés soutiennent que non, mais ils sont mauvais juges. En cas de privation brusque et prolongée, chez les prisonniers par exemple, les angoisses et les tortures du *Guien* sont parfois si violentes que la mort peut s'ensuivre. Mais cette terminaison est assez rare; la plupart des détenus, après une période très pénible, mais courte, reprennent de la fraîcheur, de l'embonpoint et du poids. Il est donc possible de traiter le fumeur d'opium.

Deux procédés de cure sont usités. Les Chinois conseillent la désintoxication lente, la diminution graduelle de la ration journalière. Ils donnent aux fumeurs qui veulent se déshabituer de la pipe des pilules à base de chandoo contenant une dose d'opium de plus en plus minime. A leur exemple, les missionnaires d'Indo-Chine emploient de l'extrait thébaïque ou du laudanum pour traiter les fumeurs. Cette méthode, peu douloureuse et très simple, a l'avantage de ne pas exiger l'internement des malades dans une maison de santé; mais elle est défectueuse. En réalité, elle ne supprime pas l'appétit pour l'opium; elle substitue à l'intoxication par la voie pulmonaire, l'intoxication par la voie digestive. E. Martin, qui a étudié à fond la question, a bien montré le peu d'efficacité de cette méthode. Depuis quelques années, dit-il[1], des médecins anglais prescrivent aux Chinois fumeurs d'opium, pour les soustraire à la tyrannie de la pipe, des granules contenant 3 à 4 milligrammes de morphine; il en faut 20 pour équivaloir à 40 pipes, ration ordinaire du fumeur chinois. Pris en nombre décroissant, ces granules ont donné quelques succès. Ils eurent bientôt une grande vogue. Fournis en gros par une maison de Londres, ils devinrent l'objet d'un trafic important. Délivrés, au début, sur ordonnance par le pharmacien, ils furent considérés, dans la suite, comme un simple article de commerce que chacun put débiter. Dès lors, dans toutes les villes, des boutiques s'ouvrirent pour vendre cette spécialité et réalisèrent en peu de temps des bénéfices considérables. Les granules furent préférés à la pipe, parce qu'ils n'entravent pas les occupations journalières et n'exigent pas la position couchée; du reste, les consommateurs s'aperçurent rapidement qu'ils faisaient des économies surprenantes. Tandis que leur dépense quotidienne en chandoo de Patna ou de Bénarès était auparavant d'un dollar, ils obtenaient à présent, grâce aux granules, le même effet, pour une somme dix fois moindre.

Toujours sous le prétexte apparent de guérir les fumeurs d'opium, la pratique des injections de morphine s'est répandue à Shangaï, d'où elle a été importée à Hong-Kong.

Actuellement, continue E. Martin, plus de vingt maisons de commerce vendent des injections. Chaque établissement a, en moyenne, cinquante clients qui s'y rendent matin et soir. Ce qui a rendu la piqûre de morphine extrêmement populaire parmi les Chinois, c'est qu'elle est moins onéreuse que la pipe (elle ne coûte que dix centimes); c'est aussi qu'elle procure instantanément le bien-être, sans nécessiter de perte de temps et sans imposer la promiscuité de la fumerie d'opium. Le Conseil législatif de Hong-Kong, pour arrêter les progrès de la morphinomanie, beaucoup plus pernicieuse que l'usage de la pipe, a rendu une ordonnance interdisant de faire des injections aux coolies ou de leur administrer de la morphine par toute autre voie.

La question est donc jugée : la méthode lente est à rejeter. Dans les exemples que je viens de rapporter, elle a eu pour effet de remplacer une intoxication légère par une intoxication massive et perfectionnée. Elle a certainement aggravé la situation, car mieux vaut fumer 40 pipes, qui ne contiennent que des traces de morphine, que d'introduire dans l'organisme, chaque jour, 6 à 8 centigrammes par

[1] E. Martin : Les abus de l'opium, morphinomanie, opiophagie, fumage. *Revue scientifique*, 1892, I, p. 75. — Du même : La Morphinomanie en Chine. *Journ. d'Hygiène*, 1896, t. XXI, p. 290.

ingestion ou 4 centigrammes par voie hypodermique. Mais, alors même que la méthode indiquée serait rationnellement appliquée, elle n'atteindrait pas le but, parce qu'elle entretient le goût de l'opium chez le patient. « On arrive à obtenir qu'il fume moins; on n'a pas arraché son désir de recommencer à la première occasion, et tout est là. Le malade n'est pas dégoûté de son toxique, parce qu'il en subit encore un peu l'influence » (Brunet).

La méthode brusque, calquée sur la cure de démorphinisation, est le procédé de choix. Il faut d'abord, par un examen complet du malade, s'assurer que les organes sont en bon état, le cœur en particulier, car la tendance à la syncope est fréquente pendant la crise provoquée par l'abstinence. La cure ne se fera pas à domicile, mais dans une maison de santé ou dans un local convenablement aménagé, pour éviter toute supercherie de la part du malade et pour le soustraire à son entourage habituel et à ses souvenirs. Une personne sûre, agréée par le malade et le médecin, sera chargée de surveiller, d'assister et de réconforter le patient pendant la rude épreuve. Le sevrage brusque et absolu déchaîne une crise très pénible. Pendant la période critique, qui dure cinq à sept jours, le médecin doit rester presque en permanence au chevet du malade, pour parer aux éventualités. L'insomnie rebelle, les névralgies et les crampes sont calmées par les bains chauds, le bromure, le chloral, donnés le soir, aux heures où le malade avait l'habitude de fumer. A la rigueur, quand les souffrances sont intolérables, quelques piqûres de morphine faites à l'insu du malade amènent un repos relatif. Si le cœur fléchit, il faut recourir aux injections de caféine ou d'huile camphrée. Si la dépression nerveuse est extrême, une ou deux pilules de 5 centigrammes d'extrait de chanvre indien procurent un grand soulagement. Quand les vomissements bilieux diminuent et que la débâcle instestinale s'est produite, il faut relever les forces du convalescent par des toniques.

Avant la reprise des occupations habituelles, le massage, les bains, la promenade, les exercices physiques, la vie au grand air, le voyage sous la garde d'un ami sûr, sont d'excellents adjuvants pour consolider la guérison. L'individu nouvellement sevré doit, s'il le peut, changer de domicile. En tout cas, on ne l'autorisera à retourner chez lui qu'après une minutieuse inspection des lieux, et après avoir fait disparaître tous les objets qui, en tombant sous les yeux du convalescent, pourraient raviver sa passion pour l'opium[1].

Voici donc le fumeur sevré. Est-il désormais à l'abri des rechutes? En aucune façon. Qui a fumé, fumera. Il subsiste, après guérison, un amoindrissement permanent de la volonté, qui nécessite la surveillance discrète de l'ex-fumeur par une personne de confiance. D'ailleurs, les névrosés, les dégénérés s'adonnent volontiers à plusieurs intoxications, passant de l'opium à la cocaïne, de la cocaïne à l'éther ou à l'alcool. Celui qui a subi le joug de l'opium fera bien de renoncer à la vie coloniale. S'il reste dans ce milieu, s'il renoue ses anciennes relations, les occasions sont trop multipliées pour qu'il ne succombe pas un jour ou l'autre à la tentation de fumer.

Dr E. Jeanselme,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

[1] F. Brunet : *Progrès médical*, 22 juin 1901, et *Bull. médical*, 1903, n° 27.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Correspondance d'Hermite et de Stieltjes, *publiée par les soins de* MM. **Baillaud** (B.), *Doyen honoraire de la Faculté des Sciences, Directeur de l'Observatoire de Toulouse, et* **Bourget** (H.), *Maître de conférences à l'Université, Astronome adjoint à l'Observatoire de Toulouse, avec une préface de* M. Emile Picard, *membre de l'Institut. — Tome Ier* (8 *novembre* 1882, 22 *juillet* 1889). *Tome II* (18 *octobre* 1889-15 *décembre* 1894). 2 *vol. gr. in*-8° *de* xx-477 *p., et* vi-464 *p. Le volume :* 16 *fr. Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1906.

« On ne se doute pas, écrivait Galois, que le livre le plus précieux du plus savant serait celui où il dirait tout ce qu'il ne sait pas; on ne se doute pas qu'un auteur ne nuit jamais tant à ses lecteurs que quand il dissimule une difficulté. Quand la concurrence ne régnera plus dans les sciences, on s'empressera de publier les moindres observations, pour peu qu'elles soient nouvelles, en ajoutant : *je ne sais pas le reste.* » Un livre où règne d'un bout à l'autre cette franchise que demandait Galois, et où les deux géomètres illustres dont on a réuni la correspondance se disent l'un à l'autre : voilà ce que j'ai cherché, comment j'ai tâtonné, ce que j'ai trouvé et comment je l'ai trouvé, le point où je me suis heurté sans pouvoir aller plus loin, l'espoir trouble que j'ai senti, l'obstacle qui m'a arrêté, la lumière qui m'est apparue, telle est cette correspondance entre Hermite et Stieltjes que nous donnent MM. Baillaud et Bourget. Que de sujets y sont traités, effleurés, approfondis! Voici divers points de la théorie des nombres, élémentaires ou élevés, les formes quadratiques, quelques propriétés cachées des déterminants, les fractions continues et leurs généralisations dans divers sens, la fonction ζ de Riemann, les fonctions eulériennes, les fonctions sphériques et leurs racines, les fonctions elliptiques, la théorie de la transformation pour ces fonctions, de belles applications des théories de Cauchy sur les intégrales prises le long d'un contour, de la méthode de Laplace pour la recherche des valeurs approchées des intégrales définies, la formule de Stirling, des études profondes sur diverses formules asymptotiques, des points importants de la théorie générale des fonctions, des rapprochements inattendus entre ces sujets si différents. La matière est admirable, la façon dont elle est ouvrée est plus admirable encore : on s'arrête devant ces deux artistes avec l'émerveillement d'un enfant, immobile devant la fenêtre où travaille un bon ouvrier, et tout ébahi de ce qui se passe sous ses yeux, de la facilité avec laquelle le travail s'accomplit.

Ce qui frappe tout d'abord peut-être, c'est la passion que ces deux bons ouvriers apportent à leur besogne : ils l'aiment vraiment, et ils jouissent des efforts qu'ils font; ils sentent la beauté, non seulement de ce qui étonne, de ce qui est nouveau, mais des choses prochaines et familières qui jamais, pour eux, ne se fanent et ne se défraîchissent. Tous les deux ont un sens profond de l'observation, qu'ils regardent comme la vraie source de la découverte; ni l'un ni l'autre ne prétendaient construire. Stieltjes, formé par la dure discipline des astronomes, était rompu au calcul numérique; sa patience, sa sûreté n'étonnent pas moins que la sagacité avec laquelle il sait reconnaître, dans les tableaux de nombres, les propriétés des fonctions, que l'élégance ou la profondeur des démonstrations par lesquelles il établit ces propriétés. Hermite, mystique et réaliste[1], était persuadé que les êtres mathématiques, ont tout autant de réalité que les êtres matériels. Il y a dans leur correspondance, sur la façon dont ils comprennent et sentent les Mathématiques, des pages admirables.

Et combien la prose d'Hermite est savoureuse! Ceux qui l'ont connu le retrouvent là tout entier et bien vivant, avec ses formes polies et un peu cérémonieuses, son désir de plaire à celui qu'il entretient et d'en faire ressortir le mérite, ses images amusantes et familières, ses citations latines, son mélange de pessimisme et de gaîté, sa foi profonde, qui se trahit par un mot, une courte phrase, qui ne s'étale jamais et respecte toujours la pensée d'autrui, sa façon délicate de servir et d'offrir, la chaleur de son affection, son souci de payer à chacun ce qui lui est dû et au delà, son entier désintéressement[1]. Il n'y manque guère que la malice, qui n'était pas petite; mais je crois bien qu'elle n'est pas absente de la correspondance et qu'on la trouverait dans les lignes de points que MM. Baillaud et Bourget ont substituées à quelques passages des lettres.

Quel noble exemple aussi que la courte vie de Stieltjes! Il est miné par la maladie; les admirateurs qu'il a à l'Institut, Hermite en tête, lui ont procuré, par des prix, que justifiaient amplement ses travaux, le moyen de passer ses derniers hivers en Algérie. Il travaille jusqu'au bout : nul découragement; un peu de tristesse seulement devant son œuvre interrompue, devant les choses qu'il ne fera pas. Quelle dignité devant la fin prochaine, inévitable! Et quelle modestie, lorsqu'il parle de son admirable Mémoire sur les fractions continues!

« Mais, Monsieur, je viens de m'apercevoir que mon Mémoire doit avoir certains rapports avec la question de Physique mathématique traitée dernièrement par M. Poincaré. Dès lors, je crois que mon travail peut avoir un intérêt pour lui et il me semblerait alors naturel que ce soit lui qui fasse un rapport qui, du reste, pourrait être bien court; après tout, mon travail n'a pas l'importance que vous y attachez; je crois que tout l'intérêt en consiste en ce que j'ai *complètement* traité un sujet un peu limité. Et enfin, c'est bien ce que j'ai fait de mieux et je ne serai plus capable d'un tel effort. C'est aussi un travail qui est bien conforme à mon tempérament; cela dénote une persévérance et une patience très grandes; ce n'est que de cette manière que j'arrive à faire quelque chose. »

Il faut remercier MM. Baillaud et Bourget de nous avoir donné ces deux volumes, si riches en belles leçons de morale et de science; à cette publication, ils ont apporté tous leurs soins; on se rend compte, en la feuilletant, du travail et du temps qu'elle leur a coûté. Ils y ont mis quelques notes discrètes, qui permettent au lecteur de retrouver les travaux auxquels Hermite ou Stieltjes font allusion.

L'exécution typographique fait grand honneur à M. Gauthier-Villars. Ces deux volumes sont publiés dans le même format et avec le même caractère que les œuvres d'Hermite, dont M. Emile Picard poursuit la publication avec un zèle très pieux. Ah! si la mort n'avait pas fauché Stieltjes, quel bon aide M. Picard trouverait en lui!

Jules Tannery,
Sous-directeur de l'Ecole Normale Supérieure.

[1] C'est un trait sur lequel M. Darboux a appuyé, dans l'excellent portrait qu'il a donné de l'illustre géomètre.

[1] J'en veux dire un trait, qui me concerne. Stieltjes se trouve avoir l'occasion, en citant mon nom, de parler de l'équation différentielle linéaire que vérifie toute fonction algébrique d'une variable. Cette équation, qu'il m'avait enseigné à former, alors que je préparais ma thèse, Hermite l'appelle « l'équation de Tannery ».

2° Sciences physiques

Abraham (M.). — **Theorie der Elektrizität.** — *Tome I* : **Introduction à la théorie de Maxwell**, *par le* Dr A. Föppl. *2e édition revue et augmentée. 1 vol. in-8° de 443 pages. (Prix : 15 fr.)* — *Tome II* : **Théorie électromagnétique du rayonnement**, *par le* Dr M. Abraham. *1 vol. in-8° de 404 pages. (Prix : 12 fr. 50.) Teubner, éditeur. Leipzig.*

Le premier volume a gardé le même plan d'ensemble que dans l'édition primitive, mais a reçu un certain nombre d'additions. Dans les chapitres du début, qui contiennent l'exposé des règles de calcul des vecteurs, M. Abraham a donné quelques définitions nouvelles et multiplié les exemples d'applications empruntés à la Mécanique et à l'Hydrodynamique; ces exemples concrets sont bien appropriés à familiariser le lecteur avec le calcul des vecteurs. Les chapitres relatifs au champ électromagnétique ont été augmentés, notamment en ce qui concerne l'étude de la résonance électrique et des oscillations dans les circuits liés par induction (expériences et théories de Bjerknes, de M. Wien, de Drude), la réflexion des ondes sur les surfaces métalliques (travaux de Hagen et Rubens) et la propagation des ondes dans les fils.

Le deuxième volume est entièrement nouveau et consacré à la théorie des électrons.

Cette théorie, qui a été développée par plusieurs physiciens, mais surtout par Lorentz, tend à ramener tous les phénomènes électriques aux mouvements d'électrons, c'est-à-dire de masses électriques élémentaires, indivisibles. Conception analogue en Électricité à la conception atomistique de la matière en Mécanique.

Tout courant électrique est le résultat d'un courant de convection des électrons : le rayonnement par ondulations est produit par les vibrations des électrons. Les rayons cathodiques, par exemple, représentent un courant de convection d'électrons négatifs.

Dans la théorie primitive de Maxwell, l'expression de rayonnement signifie un transport d'énergie, défini par le vecteur de Poynting. La lumière représente des ondulations électromagnétiques se propageant avec la vitesse de $3{,}10^{10}$ cm/sec. Nous connaissons, d'ailleurs, tout un ensemble d'ondulations se propageant avec cette même vitesse et ne différant les unes des autres que par leur longueur d'onde. Ce sont, par ordre de longueur d'onde croissante : les ondes ultraviolettes, les ondes visibles, les ondes infrarouges, les ondes hertziennes, avec une lacune entre les ondes infrarouges les plus longues que nous ayons pu observer ($\lambda = 6{,}10^{-3}$ cm.) et les ondes hertziennes les plus courtes ($\lambda = 6{,}10^{-1}$ cm.)

Mais il existe aussi d'autres rayonnements qui ne se propagent pas avec une vitesse constante, même dans le vide. En général, ils se distinguent des précédents en ce qu'ils transportent non seulement de l'énergie, mais aussi de l'électricité. On les appelle rayonnements par convection. Ils ne peuvent se différencier les uns des autres que par la vitesse des électrons, puisque toutes les autres propriétés de ceux-ci sont supposées invariables. Tels sont, par exemple, les rayons cathodiques.

Nous connaissons aussi des rayonnements par convection d'électrons positifs, tels que les rayons canal. Ce que nous en savons nous porte à attribuer aux électrons positifs une masse d'inertie beaucoup plus grande que celle des électrons négatifs.

L'idée fondamentale de la théorie sera d'appliquer aux électrons les équations du champ électromagnétique déduites des conceptions de Faraday et de Maxwell. Elle tient donc en quelque sorte dans les théories des actions immédiates ou de milieu la place de celle de Weber dans les théories des actions à distance. Il est à peine besoin de faire remarquer que nous sommes dans l'impossibilité absolue de vérifier directement que les électrons obéissent aux lois du champ électromagnétique ou l'existence même de ces électrons. Tout ce que nous pouvons faire, c'est de déduire par le calcul mathématique de ces hypothèses des conséquences accessibles à l'expérience.

Le courant se compose de deux termes : le courant de déplacement dans l'éther et le courant de convection des électrons. Dans les régions où n'existent ni matière ni électrons, les équations se réduisent à celles de Maxwell.

On ne saurait considérer les électrons comme des points géométriques, car l'énergie électrique due à leur propre charge deviendrait infinie en ces points : il sera donc nécessaire de leur attribuer des dimensions et une forme.

Dans la théorie de Maxwell, les forces électromagnétiques qui agissent sur un élément de volume résultent de pressions ou de tensions appliquées à sa surface : il s'ensuit que, dans certains cas, de telles forces peuvent agir sur un élément de volume de l'éther. La théorie de Lorentz exclut cette dernière conséquence : mais les forces ne satisfont plus au principe de l'action et de la réaction. Lorentz ajoute aux composantes des forces de Maxwell et Hertz celles du vecteur :

$$\frac{1}{v^2}\frac{d\Sigma}{dt},$$

où v est la vitesse de la lumière, Σ le vecteur radiant de Poynting.

L'intégrale

$$\Gamma = \int \frac{\Sigma}{v^2}\, d\tau$$

définit le vecteur Γ représentant la « quantité de mouvement électromagnétique » contenue dans le volume τ sur lequel porte l'intégration.

Pour un système fermé, la somme de la quantité de mouvement mécanique et de la quantité de mouvement électromagnétique est constante ; de même, la somme des moments de ces quantités de mouvement. Les problèmes généraux que doit résoudre la théorie sont les suivants :

Etant donnés l'état initial du champ à l'époque $t = 0$, la position et le mouvement de l'électricité à l'époque $t > 0$, déterminer le champ électromagnétique ;

Etant données la distribution initiale de l'électricité en repos, la distribution de l'électricité et du courant de convection, déterminer la perturbation magnétique.

La discussion conduit à cette conclusion, que les perturbations électromagnétiques ne peuvent naître dans le vide : elles ont toujours leur source dans l'électricité.

La source lumineuse la plus simple qu'on puisse imaginer sera un électron vibrant autour de sa position d'équilibre. D'après la polarisation des doublets observée dans les expériences de Zeeman, ce serait un électron négatif. La molécule dans son état initial est regardée comme n'exerçant aucune action électrique extérieure ; la constitution la plus simple qu'on puisse lui attribuer, c'est de la supposer formée d'un électron négatif et d'un électron positif dont les centres coïncident. Si l'électron négatif se déplace, l'autre restant fixe, il se produira un bipôle dont on pourra calculer le champ. On détermine le champ d'une charge électrique se déplaçant d'un mouvement uniforme, d'un mouvement varié : ce qui permet d'étudier le champ d'un bipôle vibrant et se déplaçant, et conduit au principe de Doppler.

Il doit résulter de l'émission une réaction sur l'électron en mouvement, résultant de l'action magnétique du courant de convection (phénomène analogue à l'induction électromagnétique). Cette réaction jouera le rôle de la force d'inertie en Mécanique, ce qu'on exprime en disant que la masse de l'électron est de nature électromagnétique.

On peut construire la dynamique de l'électron en supposant sa masse exclusivement électromagnétique et lui-même susceptible de translation et de rotation comme un solide. Ceci revient à admettre que l'électricité est liée aux éléments de volume de l'électron comme la matière aux éléments de volume d'un solide.

L'électron sera regardé comme sphérique, formé de couches concentriques sur lesquelles l'électricité est uniformément répartie. En particulier, comme cas limités, ce sera une sphère avec une densité cubique uniforme ou une surface sphérique avec une densité superficielle uniforme. De plus, on admettra que l'électron est indéformable.

On pourra ainsi établir les équations du mouvement d'un électron seul, de la translation uniforme d'un système de charges électriques. On arrive au résultat suivant :

La distribution électrique en équilibre sur un système Σ, animé d'une vitesse de translation uniforme égale à βv, peut être déduite de la distribution sur un système Σ_0 en repos, si Σ se déduit de Σ_0 par une contraction parallèle à la translation, dans le rapport $1 : \sqrt{1-\beta^2}$.

Il suit de là que la distribution sur un ellipsoïde conducteur n'est pas modifiée par une translation uniforme. D'autre part, qu'il n'est pas besoin, pour entretenir la translation uniforme d'un tel ellipsoïde, d'une force extérieure, mais seulement d'un couple, si la direction de la translation est oblique sur les axes principaux.

Si l'on applique ces résultats à l'électron, on trouve que l'électron, quand aucune force extérieure n'agit sur lui, poursuit un mouvement rectiligne uniforme, quand sa vitesse est inférieure à celle de la lumière. Cette conséquence de la théorie s'accorde avec ce que nous savons par l'expérience des rayons cathodiques et des rayons du radium. Le principe de l'inertie est donc satisfait.

Le principe des forces vives se vérifie également, quoique la masse électromagnétique ne soit pas invariable comme la masse mécanique et ne soit indépendante de la vitesse que si cette dernière est faible. Dans les expériences, la masse s'est montrée constante en ce sens que l'accélération transversale reste proportionnelle à la composante transversale de la force extérieure.

Pour déduire ce principe des équations fondamentales, il faut évidemment se borner aux cas où le premier est vérifié : comme, par exemple, le cas d'un électron parfaitement symétrique animé d'un mouvement de translation sans rotation.

Il y aura lieu de distinguer la masse longitudinale, quotient de la composante longitudinale de la force extérieure par l'accélération longitudinale, et la masse transversale, quotient de la composante transversale par l'accélération transversale ; en général, ces masses sont différentes.

Remarquons, enfin, que, dans cette dynamique électromagnétique de l'électron, les équations de Lagrange s'appliquent.

Le calcul de la déviation magnétique et de la déviation électrostatique des rayons cathodiques fournit une nouvelle occasion de vérifier la théorie.

Pour éviter certaines difficultés qui se présentent dans l'optique des corps en mouvement, Lorentz admet que l'électron est déformable : il suppose que les forces électromagnétiques provenant du champ extérieur et celles provenant du champ interne se font équilibre, au sens où on l'entend dans la mécanique des corps solides. Sphérique à l'état de repos, il se transforme par suite du mouvement en ellipsoïde aplati dans le sens du mouvement dans le rapport de $1 : \sqrt{1-\beta^2}$. Mais la masse électromagnétique ne peut plus se déduire de l'énergie électromagnétique et pour sauvegarder le principe de l'énergie, il faut attribuer à l'électron une énergie interne qui n'est pas de nature électromagnétique.

Quand on considère le mouvement de l'électron comme quasi-stationnaire, on néglige le rayonnement par ondulations. Pour en tenir compte, il faudrait introduire dans l'expression des forces exercées par l'électron sur lui-même une force dont le travail soit égal à l'énergie rayonnée. Le mouvement peut être regardé comme quasi-stationnaire quand la réaction d'émission est négligeable vis-à-vis de cette force : cette condition est réalisée dans tous les cas pratiques où on calcule la déviation des rayons cathodiques et des rayons β.

Après avoir établi la dynamique de l'électron, l'auteur applique ces principes à l'étude des phénomènes électromagnétiques dans les corps matériels immobiles, puis dans les corps matériels en mouvement.

Le champ électromagnétique individuel des électrons est inaccessible à l'expérience, qui ne peut atteindre que les valeurs moyennes relatives à un grand nombre d'électrons. Le calcul de ces valeurs moyennes, basé sur la dynamique électromagnétique, aboutit au système d'équations de Maxwell.

Les phénomènes spéciaux étudiés ensuite sont la dispersion des ondes électromagnétiques, la polarisation rotatoire magnétique, l'aimantation, la conduction électrique, le champ électromagnétique des courants de haute fréquence dans les conducteurs linéaires, l'émission d'énergie par les antennes.

J'ai essayé de donner, dans l'analyse qui précède, nécessairement incomplète en raison du caractère même de l'ouvrage, une idée des questions qui y sont traitées et de la manière dont elles le sont. Il convient de remarquer qu'il ne s'agit pas là d'une tentative faite pour ramener les phénomènes électriques à un autre groupe de phénomènes, mais d'un essai de relier ensemble, par des lois mathématiques, les manifestations attribuées à l'électricité, une fois admis un certain nombre de faits expérimentaux considérés comme irréductibles. Bien plutôt, cet exposé pourrait être considéré comme un acheminement à une interprétation électromagnétique de la mécanique de la matière.

Le lecteur que n'aura pas rebuté le travail, d'ailleurs peu considérable, nécessaire pour se familiariser avec les notations employées dans l'ouvrage, ne regrettera pas son temps.

M. Lamotte,
Professeur adjoint à l'Université de Clermont-Ferrand.

Escard (Jean), *Ingénieur civil.* — **Le Carbone et son industrie.** — 1 *vol. gr. in-8° de* XVIII-784 *pages, avec* 129 *figures.* (*Prix broché* : 25 *fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1906.

Par suite des différentes formes sous lesquelles il peut se présenter et de l'immense utilité pratique de certaines d'entre elles, le carbone est un corps qui intéresse à la fois puissamment le savant et le technicien. C'est à l'un comme à l'autre que s'adresse le livre où M. Jean Escard a essayé de condenser tout ce que l'on connaît d'essentiel sur cet élément et son industrie.

L'ouvrage débute par une étude sur les propriétés générales des carbones ; puis l'auteur envisage successivement les trois variétés de cet élément : *diamant*, avec ses caractères spéciaux, ses gisements, ses applications industrielles, ses modes de formation possibles dans la Nature et les essais qu'on a tentés pour le reproduire ; *graphite*, naturel ou artificiel, avec ses gisements ou ses modes de préparation, et ses usages si importants dans l'industrie électrique ; enfin *carbone amorphe*, sous forme de charbon de bois, de noirs industriels, de coke, de charbon de cornue et surtout de houille, dont les diverses variétés, les gisements et les emplois sont traités avec tout le développement qu'ils comportent. En maints endroits, M. Escard a ajouté, à l'exposé de faits connus, des considérations personnelles, en particulier sur l'épuisement des mines de charbon et le combustible de l'avenir, qui ajoutent à l'intérêt du livre. Il faut donc le louer de nous avoir donné cette importante monographie, la première, croyons-nous, qui ait été conçue sur un aussi vaste plan.

3° Sciences naturelles

Le Mexique : son évolution sociale. — *Monographie en collaboration, sous la direction de* M. **Just Sierra.** — *3 vol. gr. in-4 jésus. Ballescа et Cie, éditeurs. Mexico.*

Ce magnifique ouvrage est un véritable monument élevé, en l'honneur de leur pays, par un certain nombre de lettrés et de savants mexicains. C'est une vaste synthèse de l'histoire politique, de l'organisation administrative et militaire et de l'état économique de la Fédération mexicaine. Les progrès accomplis dans l'ordre intellectuel, les conquêtes effectuées dans le domaine industriel, agricole, etc., on trouvera tout cela dans cet inventaire qui résume les progrès de la nation au XIXe siècle. Les trois volumes ont été luxueusement édités, et l'ouvrage, ainsi conçu, fait le plus grand honneur aux savants qui ont entrepris cette splendide et utile publication. L. R.

Bilancioni (Dr Guglielmo). — **Dizionario di Botanica generale.** — *1 vol. in-16 cart. de* XX-926 *p.* (*Prix : 10 fr.*). *H. Hœpli, éditeur. Milan*, 1906.

En ouvrant ce petit ouvrage, il semble tout d'abord que l'auteur se soit appliqué à en justifier le titre par une sage élimination de toute définition systématique; toutefois il est peut être exagéré d'avoir à chercher en vain dans le Dictionnaire les mots : *Algues*, *Champignons* ou tous autres se rapportant aux grandes divisions du Règne végétal. Mais où la surprise devient encore plus grande, c'est que, si l'on s'adresse aux mots : *noyau*, *aleurone*, *amidon*, à chacun de ces trois vocables l'auteur se contente de nous renvoyer au mot *cellule* (38 colonnes); cette manière de faire est-elle bien celle d'un Dictionnaire.

Citons maintenant quelques définitions un peu étonnantes en 1906 : *Baside* « cellule conidifère spéciale aux Basidiomycètes »; *Asque* « cellule tubuleuse ou utriforme qui produit dans son intérieur des spores agames ». Pour savoir ce qu'est un *poil*, il faut revenir à l'article *tissu*, etc.

En revanche, l'auteur paraît s'être appliqué à collectionner les curiosités de la glossologie botanique : nous apprenons avec étonnement qu'un *Bacillus* est uniquement un bulbille, et nous sommes heureux de trouver le sens des mots *basigyndium*, *bibliolithe*, *rhegma*, *thallone*, etc.

L'auteur nous semble être une victime de certaines tendances scientifiques, que des théories hasardées ont volontiers beaucoup plus séduit que l'observation rigoureuse des faits.

Nous ne pouvons terminer cette critique sans ajouter encore que, sous le titre pompeux de *Biographies d'illustres botanistes*, M. Bilancioni a ajouté un appendice où l'on trouvera la presque totalité des botanistes italiens. Si beaucoup de véritables gloires de la Botanique n'y ont pas l'honneur d'une mention, n'ayant pas le bonheur d'être nées sous le ciel bleu de l'Italie, l'auteur, par compensation, a charitablement sauvé de l'oubli quelques illustres noms!

Em. Perrot,
Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

Giglio-Tos (Ermanno), *Professeur de Zoologie, d'Anatomie et de Physiologie comparées à l'Université de Cagliari.* — **Les Phénomènes de la Vie.** *IIIe partie* : **La Fécondation et l'Hérédité.** — *1 vol. in-8° de 190 pages.* (*Prix : 3 fr.*) *Cagliari, chez l'auteur, à l'Université*, 1906.

Cette troisième partie des « Problèmes de la Vie » est consacrée à l'interprétation scientifique des phénomènes de la Fécondation et de l'Hérédité, qui sont « les questions peut-être les plus ardues et les plus compliquées de la Biologie actuelle ». Aussi cette partie, bien qu'écrite dans le langage sobre et clair qui distingue l'auteur, et quoiqu'elle soit la suite logique des deux autres, — peut-être même un peu pour cette dernière raison, — est-elle d'une lecture réellement plus difficile que les précédentes. Quand on arrive, par exemple, à l'explication algébrique de la dichogamie protandrique par le nombre des atomes moindre dans les biomolécules mâles que dans les biomolécules femelles, on se trouve en face d'équations qui se comprennent comme telles, mais dont la symbolisation biologique est vraiment trop obscure.

Voici, d'ailleurs, le résumé de l'ouvrage. Après avoir démontré que dans tout organisme doivent exister des cellules capables de régénérer un autre organisme de la même espèce, l'auteur passe à l'examen des conditions nécessaires pour que ces cellules, ou cellules génétiques, puissent acquérir la faculté de cette régénération. Il pose successivement les conditions de la reproduction asexuelle et de la reproduction sexuelle; dans le premier cas, chaque cellule génétique peut régénérer intégralement l'œuf, c'est-à-dire régénérer à la fois les biomolécules mâles et femelles; dans le second cas, la régénération intégrale de l'œuf n'est possible que par l'addition biomoléculaire. L'addition biomoléculaire! Voilà le phénomène fondamental de la fécondation, la cause première de tous les autres phénomènes. L'addition biomoléculaire a comme conséquence nécessaire la disparition de l'une ou de l'autre des deux sortes de biomolécules. De là, la nécessité de deux sortes de cellules génétiques, régénérant, les unes, les biomolécules mâles, les autres, les biomolécules femelles; et de là encore la nécessité de l'union de ces deux sortes de biomolécules. Dans les cellules génétiques mâles disparaissent les biomolécules femelles, dans les cellules femelles les biomolécules mâles. L'auteur explique ensuite, en s'aidant de graphiques algébriques, que les biomolécules régénérées de chaque sorte ne peuvent être deux, mais doivent être quatre; d'où il résulte que chaque cellule génétique doit donner lieu à la formation ou bien de quatre cellules femelles ou bien de quatre cellules mâles. — « Comme dans l'examen des phénomènes biologiques il faut considérer tous les modes possibles dont ils peuvent s'accomplir, il en résulte la nécessité de distinguer deux sortes d'additions biomoléculaires, l'externe et l'interne (chap. IV) ». L'addition biomoléculaire externe est étudiée au chapitre V, l'addition biomoléculaire interne au chapitre VI. J'avoue m'être mal rendu compte de la distinction de ces deux sortes d'additions biomoléculaires, qui semble née, comme l'auteur le reconnaît lui-même, de la nécessité de faire face à certains faits. La description, toute théorique, des phénomènes de maturation des cellules sexuelles est d'ailleurs très satisfaisante. — Vient ensuite l'étude des phénomènes divers de la sexualité : fécondation, hérédité, dichogamie, parthénogénèse, caractères sexuels secondaires, rajeunissement des Infusoires. On y trouve l'application logique des principes fondamentaux exposés dans les pages précédentes. Tous ces chapitres s'enchaînent dans un ordre rigoureux, qui, une fois de plus, fait le plus grand honneur à M. Giglio-Tos. La méthode est toujours la même que dans les deux premiers volumes, c'est-à-dire parfaitement scientifique : poser les hypothèses possibles (deux ou plusieurs) et donner les raisons de ses préférences; par exemple : 1° supposer que les cellules génétiques issues de l'œuf ne subissent aucune transformation jusqu'à la formation d'un œuf nouveau; 2° que ces cellules aussi bien que les autres se transforment et acquièrent une constitution différente de celle de l'œuf; 3° choisir la seconde hypothèse, et dire pourquoi.

Mais on retrouve dans cette troisième partie et on regrette la même indifférence de l'auteur vis-à-vis des faits positifs et concrets. Elle se révèle par l'absence d'une documentation appuyée sur des citations; celles-ci sont très rares, tandis que, dans un essai théorique de ce genre, il faudrait citer le plus de faits possible, pour donner au lecteur l'assurance que l'interprétation

théorique proposée est conciliable avec le plus grand nombre de faits connus et qu'il n'en est pas un seul, parmi les mieux établis, qui lui soit contraire. Pratiquement, l'ouvrage aurait pu être divisé en deux parties : la partie documentaire aurait consisté en de longues notes placées au bas de chaque page, auxquelles il serait renvoyé dans la partie théorique. L'aveu de cette indifférence à l'égard des faits échappe d'ailleurs à M. Giglio-Tos en plus d'un endroit. Ainsi, il divise la partie somatique de l'organisme en deux portions : une progénétique, qui se forme avant le début de la différenciation des cellules génétiques, et une métagénétique, et il ajoute : « Cette distinction, qui, au point de vue théorique, ne peut être mise en doute, devient naturellement difficile ou même impossible au point de vue pratique... Cependant nous verrons qu'elle est absolument nécessaire pour l'étude de certains phénomènes... ». Ailleurs (p. 57), ne trouvant pas dans les caractères morphologiques la preuve que les individus naissant de la division d'un être unicellulaire soient identiques à celui-ci, l'auteur les suppose cependant différents, pour pouvoir conclure que cette division des unicellulaires n'est pas une vraie « reproduction ».

Mais ces critiques ne s'adressent pas précisément au fond même de l'ouvrage. Il en est peut-être autrement de la suivante. L'addition biomoléculaire est la donnée fondamentale de laquelle dérivent toutes les interprétations particulières exposées dans ce livre. Mais cette donnée n'est ni un fait, puisqu'elle n'est pas constatée par l'observation, ni une loi générale comparable à la gravitation universelle, à l'équivalence mécanique de la chaleur, puisqu'elle ne se vérifie pas expérimentalement. C'est une hypothèse présentée comme un phénomène du monde ultramicroscopique, la biomolécule étant le dernier terme d'une série rapetissante, qui va des biomonades (cellules) aux biomores et aux biomolécules. Pas encore le dernier terme cependant; car les biomolécules se composent d'atomes, et ceux-ci, M. Giglio-Tos n'hésite pas à nous les présenter, à discuter sur leur nombre, leur qualité, leur arrangement différent dans la biomolécule mâle et dans la biomolécule femelle. « L'essai d'interprétation scientifique » que nous propose l'auteur ne devient-il pas simplement alors la traduction, dans un langage moléculaire et atomique, des grands faits généraux de la Biologie, qu'on exprime en langue biologique en parlant de ce que l'on voit, des chromosomes et des cellules? On peut le craindre. Je désire toutefois vivement que ces craintes ne soient pas fondées, que le superbe effort de pensée auquel s'est livré M. Giglio-Tos ne soit pas vain, et que ce qui est si bien trouvé soit vrai aussi dans ce livre si remarquable à tant d'égards.

A. Prenant,
Professeur à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Calot (Dr F.), *Chirurgien en Chef de l'Hôpital Rothschild.* — **Technique du traitement des tumeurs blanches.** — 1 *vol. grand in-8° de* 272 *pages avec* 192 *figures.* (*Prix* : 7 *fr.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1906.

Dans cet ouvrage, le Dr Calot cherche à établir que les traitements généralement suivis actuellement pour la cure des tumeurs blanches, la simple immobilisation d'une part, le traitement sanglant (amputation ou résection) d'autre part, doivent céder le pas à un traitement en quelque sorte intermédiaire, les ponctions suivies d'injections modificatrices.

Avant d'exposer ce traitement, l'auteur résume dans un chapitre de diagnostic la manière d'examiner une tumeur blanche. Il recherche en particulier les signes de début, s'élevant contre la facilité avec laquelle des médecins font le diagnostic d'arthralgie hystérique et contre la conception du rhumatisme tuberculeux, décrit par Poncet (de Lyon), l'existence de celui-ci ne lui paraissant pas démontrée. Au point de vue du pronostic, Calot fait une grande différence entre les tumeurs blanches fermées, dont la guérison semble certaine, et les tuberculoses ouvertes, infectées, dont le traitement est beaucoup plus difficile, mais que les injections arriveraient néanmoins à guérir dans un certain nombre de cas.

La technique de ces injections, les détails sur les liquides à employer, la manière de procéder, les précautions à prendre pour éviter la fistulisation, etc., sont minutieusement exposés. Pour obtenir la sclérose des fongosités, il faut injecter de l'huile créosotée iodoformée ; pour obtenir leur fonte, un mélange de naphtol et de glycérine. Cette liquéfaction des fongosités est avantageuse en ce qu'elle permet leur évacuation par la ponction aspiratrice. Aussi Calot, qui, pour l'obtenir, emploie les injections de naphtol camphré, défend-il énergiquement cet agent contre les dangers que divers chirurgiens, Guinard, Kirmisson entre autres, lui ont attribués.

En même temps que l'on fera ces ponctions et ces injections modificatrices, on instituera un traitement général (séjour au bord de la mer, suralimentation) et un traitement local (repos de la jointure) ; un appareil plâtré n'est nécessaire que s'il y a des douleurs ou une tendance à une attitude vicieuse.

Lorsque l'on est amené à recourir au traitement sanglant, il faut faire une ablation large, une résection étendue, ce qui n'est possible que chez l'adulte, à cause des arrêts de développement qui en résulteraient chez l'enfant. Chez celui-ci, on se contentera, comme intervention sanglante, du drainage des articulations infectées.

La question des appareils à appliquer est longuement traitée. Calot préfère aux gouttières, généralement employées, les plâtres circulaires, insistant sur ce fait que l'appareil doit embrasser les deux articulations adjacentes. Lorsque le malade va mieux, on remplace le plâtre par un appareil amovible en celluloïde ou en cuir.

L'ouvrage se termine par l'application de ces principes généraux aux cas envisagés en particulier, aux modifications à apporter au traitement suivant la nature de la tumeur blanche et suivant son siège.

Écrit d'une manière claire et précise, illustré de nombreux dessins qui mettent en relief les points principaux, ce livre nous a intéressé. On n'y trouve pas une revue complète de tout ce qui a été dit sur la question, mais on y voit exposée, avec tous les détails nécessaires, la pratique d'un chirurgien qui a une grande expérience, surtout chez l'enfant, ce qui fait le mérite de l'ouvrage, qu'on consultera avec fruit.

Dr H. Hartmann,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris,
Chirurgien des hôpitaux.

5° Sciences diverses

Clerget (Pierre). — **Villes et écoles américaines.** — 1 *brochure. Bloud et Cie, éditeurs, Paris.*

Les premières lignes de ce travail résument le sujet dont il traite : « Parmi les *choses d'Amérique* qui frappent le plus l'Européen, deux d'entre elles, la ville et l'école, semblent tout particulièrement représentatives de la mentalité du peuple des Etats-Unis ».

On trouvera, dans cette courte mais substantielle étude, la sûreté de documentation et les qualités de méthode et de clarté que notre distingué collaborateur apporte dans tous ses travaux, et l'on s'expliquera mieux, après l'avoir lue, les progrès constants de ce Nouveau Monde dont « l'industrie et le commerce pourchassent victorieusement l'industrie et le commerce du Vieux Continent ». L. R.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 17 Décembre 1906.

Séance publique annuelle. M. **H. Poincaré** rappelle la vie et l'œuvre des membres de l'Académie décédés pendant l'année courante, puis proclame les noms des lauréats des prix décernés par l'Académie. — M. **M. Berthelot** lit une notice sur la vie et les travaux de F. Fouqué.

Séance du 24 Décembre 1906.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de M. **J.-A.-C. Oudemans**, Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, et de M. **J.-A. Normand**, Correspondant pour la même Section.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Picard** présente ses recherches sur la détermination des intégrales des équations du type elliptique par certaines conditions aux limites. — M. **P. Painlevé** applique sa méthode de formation des équations différentielles du second ordre à points critiques fixes aux équations de la forme $y''=R(y', y, x)$, où R est rationnel en y', algébrique en y, et analytique en x. — M. **J. Hadamard** expose une nouvelle méthode de calcul des variations. — M. **J. Clairin** étudie les équations aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes qui admettent un groupe d'ordre impair de transformations de contact. — M. **L. Lecornu** montre que, dans le mouvement d'un ensemble quelconque de sphères homogènes qui ont leurs centres fixes et qui exercent à leurs points de contact des pressions mutuelles données, le travail du frottement, rapporté à l'unité de temps, va constamment en diminuant. — M. **Em. Belot** a trouvé la formule suivante pour les durées de rotation directe des planètes et du Soleil :

$$T=\frac{23.75}{\sqrt{a}\,D^{1/2,7}}+\frac{0.61\,D}{\sqrt{d}},$$

où a est la distance au centre du système en rayons de l'orbite terrestre, D le diamètre de l'astre en diamètres de la Terre, et d sa densité par rapport à l'eau. — M. **P. Salet** a constaté que la lumière de Mercure n'est pas sensiblement polarisée, ce qui peut être dû soit à la nature de son sol, soit à la présence d'une couche de nuages.

2° Sciences physiques. — M. **Ed. El. Colin** communique ses déterminations magnétiques faites dans la ville de Tananarive et dans la banlieue. Il y a une perturbation très caractéristique autour de Tananarive. — M. **J. Becquerel** a observé quelques anomalies dans les modifications des bandes d'absorption d'un cristal sous l'action d'un champ magnétique, modifications qui ne sont pas symétriques pour certaines bandes chez le xénotime. — M. **P. Weiss** propose une nouvelle théorie très simple du ferromagnétisme, d'où il déduit une relation entre l'intensité d'aimantation et la température qui se vérifie par l'expérience. — Mme **Baudeuf** a observé qu'une plaque métallique isolée, placée dans un champ électrique de direction convenable et fourni par une autre plaque éclairée, peut prendre une charge négative lorsqu'elle est frappée par la lumière ou même par des rayons ultra-violets. — M. **F. Wallerant** a reconnu que les enroulements hélicoïdaux dans les corps cristallisés ne sont obtenus que par l'addition d'un corps étranger doué du pouvoir rotatoire; le sens de l'enroulement est déterminé par le signe du corps actif et par certaines particularités, encore inconnues, de la substance qui s'enroule. — M. **P. Gaubert** a constaté que les figures de corrosion à faces courbes peuvent être produites, comme certaines faces courbes des cristaux, sous l'influence de la variation continue de la composition du milieu ambiant; les matières étrangères colorant un cristal modifient la résistance des faces à l'action du dissolvant. — M. **G.-D. Hinrichs**, calculant par sa méthode les résultats d'analyses des sels de dysprosium de M. Urbain, conclut que le dysprosium a pour poids atomique exactement 162,5. — MM. **G. Malfitano** et **L. Michel** ont reconnu que la méthode cryoscopique ne peut servir à déterminer la masse des micelles, au moins pour le colloïde hydrochloroferrique; la quantité d'ions en rapport avec les micelles doit être extrêmement faible. — M. **B. Szilard**, en mélangeant à chaud une dissolution d'azotate d'uranium avec de l'hydrate de thorium précipité par AzH^3 et bien lavé, a obtenu un composé colloïdal rougeâtre, qui paraît bien défini. — M. **R. Dollfus**, en jetant un cristal de sulfate ferreux dans une solution de silicate de soude ou de potasse, a obtenu des croissances artificielles analogues à celles de M. Leduc. — M. **Binet du Jassoneix**, en réduisant l'oxyde de chrome par le bore au four électrique, a obtenu des fontes qui contiennent deux composés définis Cr^3B^2 ($d=6,7$) et CrB ($d=6,1$), très solubles dans un milieu moins riche en bore. — M. **E. Rengade**, par l'oxydation incomplète des métaux alcalins, suivie de la distillation dans le vide de l'excès du métal, a préparé à l'état de pureté les protoxydes anhydres Cs^2O, Rb^2O, K^2O et Na^2O, le premier en cristaux très nets, les autres en cristaux confus ou amorphes. — M. **G. Gain** a obtenu une série de sulfates du vanadium tétravalent $SO^4(VO)$ contenant, pour 2 molécules du sulfate neutre, 3, 4, 5, 7 et 8 molécules d'acide sulfurique et 15 ou 16 H^2O. — M. **G. Charpy** préconise l'emploi d'aciers spéciaux, en particulier au chrome-nickel, pour le rivetage, opération qui leur confère automatiquement les qualités les plus avantageuses. — M. **E. Glasser** a trouvé en Nouvelle-Calédonie un nouveau silicate hydraté de nickel et de magnésie, qu'il nomme *népouite* et qui répond à la formule $2SiO^2.3(Ni,Mg)O.2H^2O$. — M. **E. Berger** propose de doser le soufre libre par oxydation avec l'acide azotique fumant, additionné d'un peu de bromure de potassium. Il a obtenu rapidement de bons résultats. — M. **H. Guillemard** décrit quelques procédés de dosage des nitriles et des carbylamines, soit seuls, soit en mélange. — M. **J. Berthaud**, par l'action directe du P blanc sur les alcools méthylique et éthylique, en tube scellé, à 250°, a obtenu H^3P, un peu de phosphines et les produits d'oxydation de ces corps (acide phosphorique et acides phosphiniques), et enfin 20 à 30 °/₀ d'hydrates de tétralkylphosphonium. — M. **R. Marquis**, en faisant réagir $SOCl^2$ sur l'acide benzhydroxamique, a obtenu l'isocyanate de phényle. L'acide salicylhydroxamique, dans les mêmes conditions, fournit de l'oxycarbanile. — M. **A. Berg** a repris l'étude de l'élatérine et maintient pour ce corps la formule $C^{28}H^{37}O^7$. Il donne sous l'action de la potasse d'abord de l'élatéridine, puis un acide, l'acide élatérique. — MM. **P. Breteau** et **P. Woog** ont constaté que le chloroforme se conserve parfaitement pur dans des flacons en verre blanc en présence de 2 à 4 millièmes de diverses substances: essence de térébenthine, menthol, gaïacol, thymol, ionone, etc. L'addition d'un morceau de moelle de sureau coloré au rouge Congo indique, par un virage au bleu, la moindre trace de décomposition. — M. **P. Mazé** recommande, pour assurer la conservation du beurre, le lavage avec l'eau filtrée sur bougie et, en dernier lieu,

additionnée d'une petite quantité d'acide lactique. Mais il est toujours préférable de faire d'abord l'examen bactériologique de la crème. — MM. **J. Galimard** et **L. Lacomme**, en cultivant le bacille de la diarrhée verte sur un milieu ne renfermant comme corps azoté que le glycocolle, ont observé l'élaboration d'une matière protéique (mucine ou mucoïde), puis d'un corps gras, probablement une lécithine, grâce à la présence du glycérophosphate de chaux.

3° Sciences naturelles. — **M. Eug. Pittard** déduit, de ses observations sur les habitants du Valais, que le milieu géologique qui paraît le moins heureux (terrains cristallins) n'influence pas dans un sens défavorable le développement de la taille humaine. Il en est de même des hautes altitudes. Enfin, la taille humaine la plus élevée correspond aux versants les moins favorisés. — **M. M. Letulle** et **Mlle M. Pompilian** ont constaté que les besoins d'azote et de chlorure de sodium de l'organisme présentent des caractéristiques personnelles, qui peuvent varier de 1 à 2 pour l'azote et de 1 à 4 pour NaCl. Pendant l'inanition, le besoin d'azote diminue. — **M. Guglielminetti** présente un appareil pour la chloroformisation qui se compose du dispositif Roth-Draeger pour le chloroforme et d'un distributeur doseur d'oxygène dû à l'auteur. — **M. L. Pénières** a observé que les injections de résine d'euphorbe dans les tissus déterminent une sédation de la circulation rouge et une surexcitation de la circulation blanche. — **MM. M. Nicolle** et **Adil-bey** ont libéré l'agent pathogène intraleucocytaire de la vaccine par digestion pancréatique, puis l'ont filtré à travers la bougie Berkefeld dans des conditions où les autres bactéries se trouvent retenues. Ils ont ainsi obtenu un liquide vaccinal absolument pur. — **M. E. Pinoy** a constaté qu'un champignon isolé d'un cas de mycétome blanc chez l'homme peut donner un mycétome à grain noir chez le pigeon. — **M. E.-L. Trouessart** décrit une espèce nouvelle du genre *Icticyon* (*Speothos*), rapportée de l'Equateur par le Dr Rivet, et qu'il nomme *Sp. Riveti*; c'est un type très ancien, probablement peu éloigné de la forme primitive des chiens. — **M. H. Micheels** a reconnu que la nocivité de la solution de NaCl pour les graines en germination peut être atténuée par l'introduction de sels de métaux bivalents. — **M. J. Dumont** montre que les radiations de la partie droite du spectre sont celles qui agissent le plus efficacement sur la migration des matières azotées, en particulier du gluten, dans les grains de froment pendant la phase de maturation des épis. — **M. P. Becquerel** estime qu'il est très difficile de savoir, avec une graine renfermant une certaine quantité d'eau, si elles sont en vie ralentie ou en vie suspendue. — **M. Hirtz** a essayé de reproduire, par un dispositif expérimental, les phénomènes de retrait d'un ellipsoïde qui se refroidit avec perte graduelle de surface; il a obtenu des aspects qui se rapprochent beaucoup des formes observées à la surface de la Lune. — **M. A. Riche** a observé des mouvements orogéniques particulièrement intenses dans la région de Chézery (Ain). — **M. Ch. Depéret** étudie les migrations des Mammifères tertiaires à l'époque miocène.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 18 Décembre 1906.

L'Académie procède au renouvellement de son Bureau pour 1907. **M. A. Gautier** devient président. **M. Bucquoy** est élu vice-président. **M. Troisier** est élu secrétaire annuel.

M. A. Netter revendique, sur M. A. Robin, la priorité de l'emploi des métaux colloïdaux, en particulier du collargol, dans le traitement des maladies infectieuses et de l'explication du mécanisme de leur action. — **M. le Dr Barot** lit un Mémoire intitulé : De quelques signes cliniques nouveaux permettant de déceler la tuberculose dans son stade primitif de germination ganglionnaire. — **M. le Dr Delbet** donne lecture d'un travail sur le traitement des varices par l'anastomose saphéno-fémorale.

Séance du 26 Décembre 1906.

M. le Dr Thoinot est élu membre titulaire dans la section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police médicale.

M. Balland a déterminé la *répartition du phosphore dans les divers aliments*. Les blés en renferment de 0,65 à 1,11 °/₀ (calculé en P^2O^5), les légumes verts de 0,10 à 0,29 °/₀, les légumes secs de 0,61 à 1,45 °/₀, les fruits ordinaires moins de 0,10 °/₀, les viandes 0,45 °/₀ en moyenne, la chair de poisson 0,60 °/₀ en moyenne, les fromages de 0,78 à 1,81 °/₀, le café torréfié 0,40 °/₀, le cacao jusqu'à 1,30 °/₀, l'œuf de poule 0,26 °/₀. — **M. Lancereaux** estime avec M. Poirier que l'extirpation d'un cancer, d'un cancer lingual en particulier, doit être précoce, large et logiquement conduite; mais, même dans ces cas favorables, une récidive rapide, une mort prompte peuvent suivre cette intervention rationnelle.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 15 Décembre 1906.

M. Ch. Richet a isolé de l'extrait aqueux de *Suberites domuncula* une substance lentement soluble dans l'eau, qu'il nomme *subéritine* et qui est extrêmement toxique pour le chien ou le lapin en injection intraveineuse. — **M. P. Lassablière** a constaté que la subéritine, sans produire l'hémolyse dans le sang après injection, diminue notablement la résistance globulaire. — **MM. Rollinat** et **E. Trouessart** montrent que la Taupe aveugle constitue une espèce transformée de la Taupe commune; cette évolution se produit aujourd'hui sous nos yeux dans la Creuse. — **M. Th. Mironescu** conclut de ses recherches que la théorie de l'origine intestinale de la pneumonie manque encore d'appui expérimental. — **M. Battier** a obtenu de très bons résultats dans le traitement de la diphtérie aviaire par le sérum antidiphtérique. — **M. M. Nicloux** décrit la technique de son procédé de dosage de petites quantités d'éther dans l'air, dans le sang ou un liquide organique et dans les tissus. — **MM. A. Gilbert** et **A. Lippmann** ont observé chez un malade atteint de gangrène sénile une septicémie strictement anaérobie. — **MM. Carrieu** et **Lagriffoul** ont constaté que le vésicatoire agit surtout par le coup de fouet qu'il donne à la phagocytose. L'augmentation des globules blancs est caractérisée par une polynucléose avec éosinophilie. — **MM. Ed. Toulouse** et **H. Piéron** montrent que l'inversion du cycle nycthéméral de température chez les veilleuses de nuit est toujours possible à réaliser. Mais elle ne se produit qu'après un conflit plus ou moins long entre la persistance d'une régulation nerveuse adaptée à d'anciennes conditions d'existence et l'influence de conditions nouvelles. — **MM. H. Rajat** et **G. Péju** rapprochent le parasite du muguet (*Endomyces albicans*) d'un champignon nouvellement découvert, le *Saccharomycopsis capsularis*. — **M. J. Cantacuzène** a reconnu que, parmi les bacilles morveux qui ont franchi l'épithélium intestinal, ceux que les phagocytes n'ont pas arrêtés en route sont transportés jusqu'au sang par le courant lymphatique; parvenus dans le système sanguin, ils sont aussitôt arrêtés, englobés et détruits par les phagocytes dans la rate et les vaisseaux pulmonaires. — **MM. E. Wertheimer** et **L. Lepage** ont observé que l'excitation du gyrus sigmoïde chez le chien produit une augmentation de la quantité de lymphe fournie par le canal thoracique. — **M. F.-J. Bosc** a constaté que les injections de sérum anticoccidien (obtenu par injection de néoplasie à Coccidium oviforme) n'ont aucune action curatrice, pas plus sur les épithéliums à C. oviforme que sur les cancers humains. Le sérum anti-claveleux n'a aucune action curatrice sur le cancer humain. — **MM. L. Garrelon** et **J.-P. Langlois** ont pratiqué la section phy-

siologique du pneumogastrique pendant la polypnée thermique : il y a tantôt augmentation, tantôt ralentissement de la polypnée. — M. G. **Desbouis** et J-P. **Langlois** montrent que l'hyperglobulie qui se produit par respiration de vapeurs d'hydrocarbures chez le lapin, le cobaye et le pigeon ne se retrouve pas chez le chien et le chat. L'excès globulaire est dû à une hyperglobulie vraie et non à une concentration du sang. — M. F. **Battelli** et Mlle M. **Tovstein** ont déterminé la durée des convulsions cérébro-bulbaires et médullaires chez différentes espèces animales. — M. J. **Salmon** a étudié les connexions des rudiments squelettiques chez les Ectroméliens; leurs variations correspondent aux variations morphologiques des rudiments. — M. W. L. **Yakimoff** a constaté que c'est dans l'eau citratée que le trypanosome de la dourine vit le plus longtemps (trois jours); sa survie est de deux jours dans le sang défibriné et d'un jour seulement dans le sérum de cheval. — M. E. **Guyénot** a remarqué que les larves de mouche des cadavres ensemencent de tous côtés les microbes liquéfiants qui leur préparent leur bouillie alimentaire ; il y aurait là une sorte de symbiose.

M. H. **Vallée** est élu membre titulaire de la Société.

La Société procède au renouvellement de son bureau, qui est ainsi constitué pour 1907 :

Président : M. A. **Giard** ;

Vice-présidents : MM. E. **Bouvier** et H. **Roger** ;

Secrétaire général : M. E. **Gley** ;

Secrétaires : MM. L. **Courtade**, V. **Henri**, A. **Lécaillon** et P. **Portier** ;

Trésorier : M. G. **Weiss** ;

Archiviste : M. A. **Pettit**.

Séance du 22 Décembre 1906.

M. J. **Camus** présente un appareil destiné à maintenir le pansement après laparotomie chez le chien. — M. H. **Busquet** a constaté que le tartre stibié en circulation artificielle diminue le calibre des vaisseaux pulmonaires. — M. M. **Weinberg** a reconnu, chez les singes, des cas de septicémie due au coli-bacille inoculé par le trichocéphale dans la muqueuse intestinale. Les tænias ayant également favorisé chez un singe l'éclosion de la fièvre typhoïde, il ne serait pas étonnant qu'ils jouent, dans certains cas, le même rôle chez l'homme. — MM. H. **Iscovesco** et A. **Matza** ont observé que l'hémoglobine forme avec des albumines négatives des complexes solubles dans l'eau et électro-positifs. — MM. Cl. **Regaud** et J. **Blanc** ont étudié l'action des rayons de Roentgen sur les éléments de l'épithélium séminal; les spermatogonies sont de beaucoup les plus vulnérables. — M. L. **Sauvé** a constaté que la tête du pancréas produit toujours la mort après injection péritonéale chez le lapin, tandis que l'injection de la queue du pancréas n'est pas fatale. — M. Ch. **Dhéré** a reconnu que le spectre d'une solution d'hématine à 1/10.000 présente, sous l'épaisseur de 1 mm., une bande d'absorption dont le milieu tombe soit dans la portion terminale du violet, soit dans la portion initiale de l'ultraviolet. — M. H. **Piéron** montre que l'*Actinia equinia* s'ouvre par agitation de l'eau et frottements de courants, par oxygénation et par excitation alimentaire; elle se ferme par déshydratation et désoxygénation, par excitations mécaniques et blessures, et enfin par modifications toxiques des milieux. — MM. G. **Bohn** et H. **Piéron** estiment que les phénomènes d'anticipation réflexe et de rythmicité interne dans la façon dont se comporte l'*Actinia equinia* vis-à-vis des marées ne sont pas opposés, mais se complètent mutuellement. — M. P. **Remlinger** apporte de nouvelles expériences montrant que l'anthracose pulmonaire pathologique n'est pas d'origine intestinale. — M. A. **Frouin** a observé une saponification partielle des graisses neutres introduites dans une anse intestinale isolée; ce phénomène est favorisé par la bile. — M. M. **Nicloux** a reconnu que l'alcool éthylique en vapeur est arrêté complètement par l'eau à 40°, tandis que l'éther en vapeur n'est pas arrêté; il en résulte un moyen de séparer quantitativement ces deux corps. — M. L. **Malassez** montre la précision de sa méthode de notation des objectifs microscopiques. — M. H. **Christiani** a recherché la présence de traces d'alcool dans l'air par passage d'un litre d'air dans un barboteur capillaire et titration colorimétrique par le bichromate. — MM. **Chirié** et **Monier-Vinard** ont constaté que, si l'argent colloïdal est susceptible d'enrayer une septicémie pneumococcique relativement atténuée, il n'amène qu'une légère survie chez les animaux gravement infectés. — M. R. **Dubois** a extrait du *Bonellia viridis*, du *Morphysa sanguinea* et de quelques autres Annélides des substances nettement fluorescentes. — M. F. **Battelli** et Mlle S. **Ornstein** n'ont pas observé d'augmentation appréciable d'adrénaline dans la capsule surrénale droite après avoir extirpé la gauche; au contraire, il y a diminution.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 4 Décembre 1906.

M. **Sébileau** montre que les rayons X ont la faculté, sinon de provoquer l'avortement, tout au moins de retarder la date de la mise-bas chez la lapine, en portant un grave préjudice aux fœtus. — M. G. **Hudellet** a observé une certaine diminution de poids de foie sous l'action des rayons X ; mais il y a une brusque diminution du poids des animaux traités. — MM. **Gentes** et **Philip** ont trouvé que, quand il existe une artère hépatique gauche, celle-ci ne résulte pas de la division prématurée de l'artère hépatique proprement dite : elle représente la gastro-hépatique supérieure persistant dans son entier avec sa branche coronaire stomachique et sa branche hépatique; dans ce cas, il existe une véritable indépendance des deux lobes du foie. — M. B. **de Nabias** indique un procédé de recherche rapide de l'urobiline dans les selles par la réaction de fluorescence verte obtenue au moyen de AzH^3 et $ZnCl^2$.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 17 Décembre 1906.

MM. L. **Hoche** et **Funck** ont constaté que, chez les jeunes lapins, après une courte séance d'inhalation, les particules de noir de fumée pénètrent dans les plus fines voies aériennes, où elles sont ensuite englobées par des cellules rondes ou ovoïdes. — M. L. **Mercier** a reconnu que les corps de Blockmann de la Blatte sont des bactéries, qu'il a pu cultiver et qu'il nomme *Bacillus Cuenoti*.

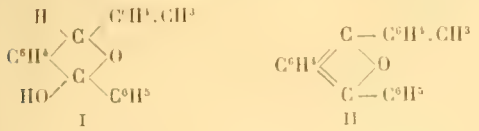
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

SECTION DE NANCY

Séance du 19 Décembre 1906.

M. **Guntz** communique la suite de ses recherches sur l'action du magnésium sur les oxydes des métaux alcalino-terreux; il ajoute que si, à basse température, le magnésium réagit sur la chaux, vers 1000°, au contraire, le calcium décompose la magnésie quantitativement en donnant du magnésium pur. — M. A. **Guyot** a constaté que les éthers oxaliques jouissent de la propriété de se combiner aux amines aromatiques tertiaires en présence de chlorure d'aluminium pour donner naissance à une série de produits de condensation plus ou moins avancés suivant la température à laquelle on opère et la quantité d'$AlCl^3$: 1° des éthers dialcoylamidophénylglyoxyliques $R'^2Az.C^6H^4.CO.CO^2R$; 2° des éthers tétralcoyldiamidodiphénylglycoliques $(R'^2Az.C^6H^4)^2C(OH)CO^2R$; 3° des éthers hexaméthyltriamidotriphénylacétiques $(R'^2Az.C^6H^4)^3C.CO^2R$. Cette faculté de condensation des éthers oxaliques avec les amines aromatiques tertiaires semble présenter un grand caractère de généralité. Toutefois, les rendements, qui sont généralement assez élevés et dépassent 6 % du rendement théorique, sont médiocres lorsqu'on opère

avec l'oxalate de méthyle. Traitées par l'acide sulfurique concentré et chaud, ces trois catégories d'éthers perdent une molécule d'oxyde de carbone et donnent *quantitativement* : 1° des acides dialcoylamidobenzoïques $R'^2Az.C^6H^4.CO^2H$; 2° des tétraalcoyldiamidobenzophénones $R'^2Az.C^6H^4.CO.C^6H^4.AzR'^2$; 3° des hexaalcoyltriamidotriphénylcarbinols $(R'^2AzC^6H^4)^3 \equiv COH$. Or, ces produits de décomposition sont précisément les termes qui prennent successivement naissance dans l'action du gaz phosgène sur les amines aromatiques tertiaires et qu'on prépare aujourd'hui industriellement par cette méthode. Il en résulte que nous disposons, grâce aux éthers oxaliques, d'un procédé nouveau permettant de préparer ces trois classes de composés sans employer le chlorure de carbonyle, d'un maniement si pénible. — MM. **A. Guyot** et **Vallette** poursuivent l'étude, commencée par l'un d'eux en collaboration avec M. Catel[1], des dérivés α-arylés du benzo-furfurane et de son hydrure et en décrivent quelques nouveaux représentants. Par l'action ménagée de C^6H^5MgBr sur la monotolyl-phtalide, ils ont obtenu le *p*-tolyl-phényloxy-αα'-benzo-ββ'-dihydro-furfurane (I), cristaux blancs que la chaleur ou, mieux, les agents déshydratants transforment par perte d'une molécule d'eau en *p*-tolyl-phényl-αα'-benzo-ββ'-furfurane (II), feuillets d'un jaune intense, F. 88°, solubles avec une fluorescence verte de toute beauté dans la plupart des véhicules organiques :



Ce dernier composé, oxydé en solution acétique par le bichromate de sodium, donne le *p*-toluyl-benzoyl-benzène-1 : 2, cristaux incolores F. 159°, solubles en rouge fuchsine dans l'acide sulfurique concentré. Traité en solution alcoolique par l'amalgame de sodium, il fixe quatre atomes d'hydrogène et donne le tolhydryl-benzhydryl-benzène-1 : 2, fondant à 102°, qui par déshydratation ménagée fournit le tolyl-phényl-αα'-benzo-ββ'-dihydro-furfurane, F. 140°. En faisant agir un excès de C^6H^5MgBr sur la monotolyl-phtalide, les auteurs ont obtenu un second produit par fixation de deux molécules d'organo-magnésien : l'ortho-tolhydryl-triphényl-carbinol, fondant à 182°, que l'acide sulfurique concentré et froid transforme par perte de deux molécules d'eau et condensation anthracénique en *p*-tolyl-9-phényl-10-anthracène, cristaux d'un jaune pâle fondant à 189°, qui fournit par oxydation en solution acétique par le bichromate de sodium un diol : le *p*-tolyl-9-phényl-10-diol-9 : 10-dihydro-anthracène, fondant à 212°, soluble avec une belle coloration bleu indigo intense dans l'acide sulfurique concentré. — MM. **A. Guyot** et **Pignet**, en condensant le chlorure de l'acide diméthylamido-ortho-benzylbenzoïque avec la diéthylaniline, ont obtenu une nouvelle cétone $(CH^3)^2Az.C^6H^4.CH^2.C^6H^4.CO.C^6H^4.Az(C^2H^5)^2$, cristaux jaunes, fondant à 140°, que les réducteurs transforment successivement en hydrol, prismes incolores, F. 73°, puis en dérivé méthanique, petits cristaux blancs fondant à 57°. Broyé avec de l'acide sulfurique concentré, l'hydrol précédent perd une molécule d'eau et donne un dérivé du phényl-dihydroanthracène, que les oxydants transforment en dérivé anthracénique proprement dit.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 1er Novembre 1906.

MM. **R. B. Haldane** et le Vicomte **Iveagh** sont élus membres de la Société.

MM. **G. A. Buckmaster** et **J. A. Gardner** : *La quantité anesthésique et mortelle de chloroforme dans le sang.* Les auteurs, après avoir rappelé les recherches récentes des savants français J. Tissot et M. Nicloux sur le même sujet, décrivent leurs propres expériences. La quantité de chloroforme dans le sang artériel au moment où les réflexes conjonctivaux et de la queue ont disparu, puis quand les mouvements respiratoires cessent, et enfin quand les réflexes réapparaissent, a été calculée d'après la différence de contenu du chlore dans le sang avant et après l'administration de l'anesthésique ; le chlore a été déterminé par la méthode bien connue de Carius. Des expériences préliminaires ont montré que le contenu normal en chlore du sang ne varie pas pendant l'anesthésie prolongée par l'éther. Des résultats de toutes les expériences (exécutées sur les chats principalement et sur quelques chiens), on déduit que la quantité de chloroforme dans le sang artériel, au moment où les réflexes conjonctivaux disparaissent, varie de 14 à 27,6 milligrammes par 100 grammes de sang. La vitesse d'induction de l'anesthésie est un facteur particulier à chaque animal. La dose mortelle moyenne de chloroforme dans 100 grammes de sang est de 40 milligrammes. Après l'anesthésie, le chloroforme est éliminé avec une extrême rapidité. L'expérience montre que le chloroforme inhalé est d'abord associé avec les corpuscules du sang et ne passe dans le plasma que lorsque l'anesthésie est poussée à un point extrême ou qu'une grande quantité de vapeur est rapidement administrée.

Séance du 8 Novembre 1906.

Le **Duc de Connaught** est élu membre de la Société.

M. **L. Southerns** a poursuivi, parallèlement à MM. Poynting et Philips, des expériences pour rechercher avec exactitude s'il se produit une *altération dans le poids d'une substance donnée consécutivement à une variation de sa température.* Ses résultats lui permettent de conclure avec certitude que, dans les limites de température employées (10° à 30°), il n'existe pas de variation de poids supérieure à 1/10⁸ pour une élévation de température de 1° C. — M. **R. J. P. Roberts** présente un *micromanomètre compensé*, destiné à servir d'anémomètre et pour l'indication et la mesure de faibles pressions. Les deux branches d'un tube en V de large diamètre sont reliées par un tube de diamètre plus petit (1/10) replié horizontalement, contenant une bulle d'air dans le mercure, qui sert d'index. — M. **R. C. Maclaurin** étudie au point de vue numérique les propriétés optiques des plaques métalliques minces. — M. **W. N. Hartley** a recherché *l'origine des rayons continus observés dans le spectre d'étincelle des métalloïdes et de quelques métaux.* Il a reconnu que la nature du gaz entourant les électrodes a une influence distincte sur le spectre ; le spectre continu n'est pas causé par l'oxydation, car dans tous les cas il est le plus fort quand les électrodes sont immergées dans l'hydrogène ou l'azote, tandis que les spectres sont les plus faibles dans une atmosphère contenant de l'oxygène, libre ou combiné. — M. **E. H. Buchner** a déterminé *la composition de la thorianite et la radioactivité relative de ses constituants.* 24 grammes du minéral ont été dissous dans l'acide nitrique bouillant, en laissant seulement un faible résidu qui a été fondu avec le sulfate acide de potassium. La masse fondue se dissout presque entièrement dans l'eau. Les solutions obtenues ont été traitées de la façon ordinaire et l'on en a retiré Pb, Cu, Sn, Sb, Fe, Al, Ur, Th, Ce, Zr, Ti, Ca, qui ont été déterminés quantitativement, ainsi que He, CO^2 et H^2O. La plupart de ces éléments sont présents en faible quantité ; on a trouvé : PbO, 2,42 °/₀ ; Fe^2O^3, 3,35 °/₀ ; Ur^3O^8, 13,12 °/₀ ; ThO^2, 70,96 °/₀ ; Ce^2O^3, 1,96 °/₀ ; He, 8,2 cc. par gramme de minerai. Le minerai original possède 83,3 °/₀ de l'activité de l'oxyde d'uranium type ; 60 °/₀ de l'activité est allié à la thorite, 9 °/₀ à l'uranium ; la forte activité du fer paraît due à la présence du radio-thorium de Hahn. — M. **E. A. Minchin** a reconnu *l'existence d'une enkystation du Trypanosoma*

[1] *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. XXXV, p. 561, 562, 567 et 1124.

Grayi dans l'intestin postérieur de la Glossina palpalis. Toutes les analogies avec les autres Protozoaires suggèrent que les kystes sont destinés à être éliminés et à infecter des hôtes frais, probablement, dans ce cas, les Vertébrés dont la mouche obtient des trypanosomes. On se trouverait donc en présence d'un mode jusqu'alors insoupçonné d'infection par les trypanosomes, dans lequel les parasites, pris du sang des Vertébrés par des Invertébrés suceurs de sang, passent, dans l'intestin de ces derniers, par un cycle de développement qui se termine par l'enkystation du parasite. Dans cet état, il est évacué et il réinfecte les Vertébrés-hôtes en contaminant leur nourriture ou leur boisson. Ce mode d'infection peut être appelé *contaminatif*, par opposition au mode *inoculatif* observé dans la malaria.

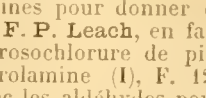
Séance du 22 Novembre 1906.

M. J. S. Macdonald poursuit ses recherches sur *la structure des fibres nerveuses.* Des fibres nerveuses, disséquées dans des solutions salines inoffensives et examinées au microscope, présentent une série d'apparences variées qui sont distribuées dans un ordre constant tout le long de la fibre. Cette distribution est due, suivant l'auteur, au courant électrique qui traverse la fibre intérieurement à partir de chaque point lésé et qui quitte la fibre pour traverser la solution saline à certains points cathodaux définis. A chaque point lésé, source du courant, la matière colloïde est précipitée et est entourée d'une solution aqueuse. Par l'emploi de réactifs définis, on trouve que cette solution est une solution concentrée d'un sel de potassium, probablement le chlorure. L'auteur, dans un Mémoire antérieur, avait déjà attiré l'attention sur l'importance de ce fait, la lésion étant considérée comme la conséquence fatale d'une violente excitation, et sur la probabilité que l'excitation est la conséquence d'une désolution de la matière colloïde et de la libération du sel inorganique qui diffuse et donne naissance à la variation électrique. Aux points cathodaux, on observe une série de conditions similaires, d'origine secondaire par rapport à celles qui ont été décrites à la source du courant. La région lésée est nettement limitée par une « région anodale » adjacente, où la matière de la fibre nerveuse a une apparence exceptionnellement fluide. La région anodale passe à la région cathodale par une série graduée de changements coagulatifs. L'auteur estime que les neurofibrilles, qui sont communément regardées comme des éléments de structure de la fibre nerveuse, sont des précipités de protéides. — **M. J. O. W. Barratt** : *Sur les opsonines en relation avec les cellules rouges du sang.* L'auteur montre : 1° qu'on peut déterminer quantitativement le contenu opsonique du sérum en employant la phagocytose comme preuve de la présence de l'opsonine des cellules rouges du sang et en évitant la phagocytose spontanée ; 2° que l'action de l'opsonine sur la cellule rouge procède avec une vitesse correspondant à celle que présente une réaction stœchiométrique bimoléculaire.

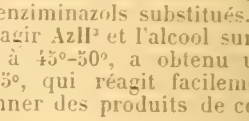
SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 6 Décembre 1906.

MM. **A. W. Crossley** et **N. Renouf**, en réduisant le 5-chloro- 3-céto- 1 : 1-diméthyl-Δ^4-tétrahydrobenzène par divers moyens, ont obtenu : avec Na en solution éthérée, le 3-hydroxy-1 : 1-diméthylhexahydrobenzène; avec Na en solution alcoolique, le 3-hydroxy-5-éthoxy-1 : 1-diméthylhexahydrobenzène, Eb. 135° sous 25 mm.; avec Zn en solution aquo-alcoolique, le 3-céto- 1: 1-diméthyl-Δ^4-tétrahydrobenzène, Eb. 88°,5 sous 32 mm.; avec Zn en solution acétique, le 3-céto-1 : 1-diméthylhexahydrobenzène, Eb. 77°,5 sous 27 mm. Il se forme dans chaque cas un peu de composé dicyclique. — **M. R. Meldola**, en nitrant le diacétyl-*p*-aminophénol, est arrivé à un nouveau trinitrocéataminophénol (OH: AzO^2. AzO^2 : AzHAc : AzO^2 = 1 : 2 : 3 : 4: 5), F. 178°-179°, dont le groupe nitro placé en 3 est très labile, ce qui permet au nouveau corps de se combiner facilement aux amines pour donner des benziminazols substitués. — **M. F. P. Leach**, en faisant agir AzH^3 et l'alcool sur le nitrosochlorure de pinène à 45°-50°, a obtenu une nitrolamine (I), F. 123°-125°, qui réagit facilement avec les aldéhydes pour donner des produits de condensation cristallisés (II) :

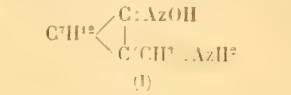


(I)

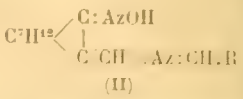


(II)

— Le même auteur, en faisant réagir le cyanate de K sur le nitroso-chlorure de pinène, a obtenu un composé (III), F. 238°-240°, qui est réduit par Zn et l'acide acétique en une pseudo-carbamide (IV), F. 224° :



(III)



(IV)

— MM. **W. H. Perkin jun.** et **R. Robinson**, en traitant par $AlCl^3$ un mélange de chlorure de vératryle et d'éther triméthylique du pyrogallol dissous dans CS^2, ont obtenu la 1 : 2 : 3 : 3' : 4'-pentaméthoxybenzophénone, F. 125°. Avec l'éther triméthylique du phloroglucinol, il se forme la 2 : 4 : 6 : 3' : 4'-pentaméthoxybenzophénone, F. 156°-157°, identique à la pentaméthylmaclurine. Le chlorure de pipéronyle et l'éther triméthylique du phloroglucinol donnent, dans les mêmes conditions, la 3' : 4'-méthylènedioxy-2 : 4 : 6-triméthoxybenzophénone, F. 133°, identique à l'oxyleucotine de l'écorce de coto. — **M. J. S. Lumsden** énonce la loi suivante, qu'il a vérifiée sur un certain nombre de substances : Quand une substance à l'état liquide se dissout sans changement de volume, la même substance à l'état solide ou gazeux, quand elle sera dissoute dans le même solvant, prendra le volume que le même poids de cette substance occuperait, si elle était un liquide pur à la température de la solution. — **M. J. L. Simonsen**, en traitant l'acétylsuccinate d'éthyle par $MgCH^3I$, a obtenu le térébate d'éthyle ; avec le β-acétylglutarate d'éthyle, on obtient le terpénylate d'éthyle. Enfin le dérivé sodé de l'acétylsuccinate d'éthyle réagit sur le β-iodopropionate d'éthyle pour former le β-acétylbutane-αβδ-tricarboxylate d'éthyle, qui, hydrolysé par HCl, fournit l'acide β-acétyladipique, F. 102° ; l'éther éthylique de ce dernier, traité par $MgCH^3I$, est converti en homoterpénylate d'éthyle. — MM. **K. J. P. Orton**, **J. E. Coates** et **F. Burdett** ont constaté que les solutions de sels de diazonium dans divers solvants se décomposent rapidement par exposition à la lumière. Le produit de la réaction dépend du solvant : en solution aqueuse, il se forme un phénol ; en solution alcoolique, un éther phénylacoolique ; en solution formique, on obtient un hydrocarbure. — MM. **A. E. Dunstan** et **R. W. Wilson** ont déterminé la courbe de viscosité des mélanges d'acide sulfurique et d'eau ; elle présente un maximum pour $H^2SO^4.H^2O$ et un minimum pour $3H^2SO^4.2H^2O$.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 27 Octobre 1906.

1° Sciences mathématiques. — **M. P. H. Schoute** présente pour les Mémoires de l'Académie : « Regelmässige Schnitte und Projektionen des Hundertzwanzigzelles und Sechshundertzelles im vierdimensionalen Raume » (Sections et projections régulières de l'hékatonikosaèdroïde et de l'hexakosièdroïde dans l'espace à quatre dimensions). Seconde partie (pour la première, parue en 1894, voir la *Rev. génér. des Sc.*, t. V, p. 435). Dans ce travail, illustré par 18 planches, l'auteur étudie les sections parallèles perpendiculaires à une diagonale centrale, ou à une droite transversale, joignant

les milieux soit de deux arêtes opposées, soit de deux faces opposées, soit de deux corps limitants opposés, et les projections centrales, un point d'une de ces quatre droites étant le centre, un espace perpendiculaire à cette droite étant l'espace de projection. Après avoir prouvé que les projections de l'un des deux polytopes sont des figures polaires réciproques de sections déterminées par rapport à des sphères determinées de l'autre, l'auteur étudie les quatre séries de sections parallèles des deux polytopes. Ainsi, il trouve 121 sections de l'hékatonikosaèdroïde et 59 sections de l'hexakosièdroïde, différant entre elles dans le sens de l'isomorphisme des polytopes. Dans la table qui termine cette étude, le symbole $3^{44}4^{12}6^{18}(52,84,34)3^{40}4^{12}$ fait connaître un polyèdre à 52 sommets, 84 arêtes, 34 faces, limité par 4 triangles, 12 quadrangles, 18 hexagones, 40 des sommets formant les points de réunion de 3 et 12 des sommets formant les points de réunion de 4 arêtes. — Ensuite M. Schoute présente, au nom de **M. W. A. Versluys** : *Seconde communication sur les équivalents Plückériens d'un point cyclique d'une courbe gauche.* Pour la première communication, voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVII, p. 55.

2° Sciences physiques. — **M. W. H. Julius** : *Distribution arbitraire de la lumière dans les bandes de dispersion. Conséquences spectroscopiques et astrophysiques.* En Spectroscopie expérimentale et dans ses

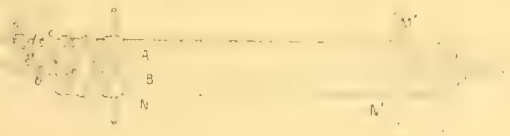


Fig. 1. — *Appareil de M. Julius pour étudier l'influence de la dispersion sur les raies spectrales.* — NN', tube en nickel; M, M', manteaux parcourus par un courant d'eau froide ; *aa'*, *bb'*, tubes de cuivre, portant les tubes de nickel A et B, parcourus par un courant électrique; *c*, tube pyrométrique; *d*, tube à air.

applications à des problèmes astrophysiques, on déduit de l'apparence des raies spectrales des conséquences relatives à la température et à la densité des gaz environnant la source de lumière. En bien des cas, ces conclusions doivent être fausses, si l'on cherche l'origine des raies obscures exclusivement dans l'absorption, celle des raies lumineuses exclusivement dans l'émission sélective, et si l'on ne tient pas compte de la circonstance que la distribution de la lumière dans le spectre dépend tout aussi bien de la dispersion anormale des rayons dans la matière absorbante. Ce n'est pas par exception que cette dernière influence se fait sentir. On sait déjà que la plupart des vapeurs métalliques causent une dispersion anormale de ces espèces de lumière correspondant au voisinage de quelques-unes de leurs raies d'absorption. Dans tous ces cas, le caractère des raies d'absorption en doit subir l'influence, la masse de vapeur traversée n'étant jamais homogène. Donc, il est nécessaire d'examiner pour elle seule l'influence de la dispersion sur les raies spectrales; il faut tâcher de la séparer des phénomènes purs d'émission et d'absorption. A cette fin, il faut chercher à obtenir une masse de vapeur aussi homogène que possible et à construire un appareil qui permette d'y réaliser des variations locales de la densité, n'affectant pas sensiblement la densité moyenne, de manière que le pouvoir absorbant puisse être considéré comme constant. De plus, il était désirable d'examiner la vapeur à une température relativement basse, afin qu'on n'ait pas à tenir compte de son spectre d'émission. L'appareil dont s'est servi l'auteur consiste en un tube NN' (fig. 1) en nickel, de 60 centimètres de longueur, dont la partie moyenne se trouve dans un four électrique de Heraeus, et dont les extrémités portent des couvercles à fermeture hermétique. Le four étant en action, un courant continu d'eau froide conduit par les deux manteaux M,M' maintient une température constante des extrémités. Chacun des deux couvercles porte une fenêtre rectangulaire et, de part et d'autre, deux ouvertures *a* et *b* (*b'* et *a'*) pourvues de petits tubes de cuivre; de plus, un des couvercles porte encore deux autres tubes *c* et *d* (voir aussi fig. 2) ; par

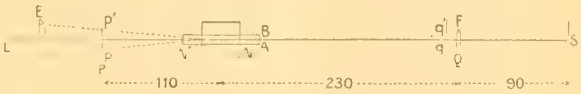


Fig. 3. — *Ensemble du dispositif de M. Julius.* — L, source lumineuse; E, F, lentilles; Q, écran; S, fente du spectrographe ; NN', tube en nickel contenant la substance à l'état de vapeur.

c, un tube en porcelaine d'un pyromètre de Le Chatelier est introduit, tandis que *d* porte un robinet à mercure, menant à un manomètre et à une machine pneumatique de Geryk. Reste encore à décrire l'appareil par lequel on peut causer des variations arbitraires dans la densité. Il consiste en deux tubes en nickel A et B menant de *a* à *a'* et de *b* à *b'* et courbés de telle façon qu'ils se trouvent à côté l'un de l'autre dans la partie échauffée du tube NN'. Ces tubes A et B sont fixés hermétiquement dans les trous des couvercles à l'aide de presse-étoupe en caoutchouc, ce caoutchouc isolant en même temps A et B au sens électrique de NN'. Les quatre extrémités des petits tubes sont refroidies à l'aide de courants d'eau. Si l'on fait passer un courant électrique par A ou B, la température du tube s'élève un peu; au contraire, on y abaisse la température en y faisant passer un courant d'air. Les intensités des courants et donc aussi les températures se maintiennent constantes durant un temps assez considérable. L'appareil entier est représenté schématiquement par la figure 3. La lumière du charbon positif L est concentrée par la lentille E sur l'écran Q, où se trouve une fente dont la largeur peut être variée. La lentille F forme dans le plan de la fente S une image distincte du diaphragme P. L'axe optique des deux lentilles passe par le tube NN' à vapeur de sodium entre les deux tubes A et B. Si l'ouverture du diaphragme P

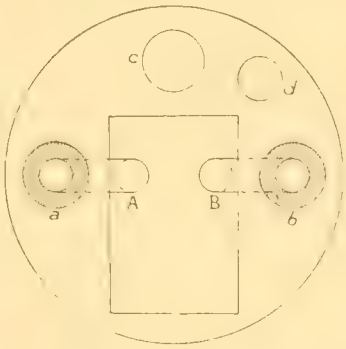


Fig. 2.

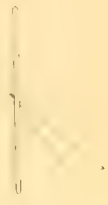


Fig. 4.

Fig. 2. — *Appareil de la figure 1, vu de face.* — Mêmes lettres.
Fig. 4. — Forme de l'incision du diaphragme.

a la forme d'une fente étroite verticale dont l'image tombe sur la fente du spectrographe, on aperçoit dans le dernier le spectre continu de la lumière électrique. Le tube NN' n'étant pas chauffé, on aperçoit les raies D_1 et D_2 comme des traits obscurs extrêmement fins, attribués à l'absorption du sodium toujours présent à proximité du charbon. Si l'intensité du courant dans le four est telle que l'élément thermique accuse une

température constante (de 390°), presque tous les rayons de lumière traversent la masse de vapeur en forme de droites. Alors le spectre n'est pas altéré; seulement les deux raies D sont un peu plus fortes. En chassant un courant faible d'air à travers A, on voit s'élargir bientôt les raies du sodium. Cela ne saurait être une conséquence d'une absorption plus forte, la densité moyenne de la vapeur n'étant pas changée sensiblement. En voici la cause. Les rayons de lumière à indice de réfraction très grand sont déviés vers q' (fig. 3), ceux à indice très petit vers q; ainsi dans l'image de la fente du diaphragme P formée en S, les espèces de lumière correspondant aux parties du spectre situées de part et d'autre des raies D font défaut, tandis que cette image reste parfaitement distincte, la marche de toutes les autres lumières n'ayant pas subi de variations sensibles. En échauffant en même temps le tube B à l'aide d'un courant de 20 ampères, de manière à agrandir la différence de la densité dans l'espace entre les deux tubes, la largeur des raies s'accroît encore visiblement. Et si, momentanément, on échange les rôles des tubes

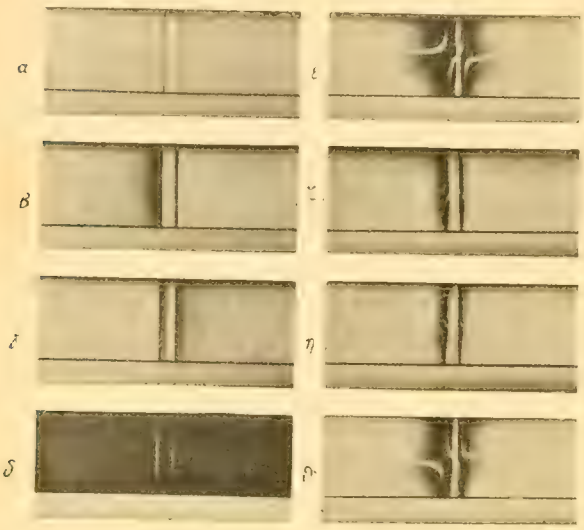


Fig. 5. — *Spectres du sodium observés à la suite de la dispersion des raies.*

A et B, on voit les bandes obscures se rétrécir, redevenir des traits fins, pour reprendre après deux minutes la largeur originale. Ainsi, à côté des deux causes connues de l'élargissement des raies spectrales : 1° le mouvement des molécules lumineuses dans la direction de la ligne de vision; 2° les variations des périodes de vibration des électrons par les chocs des molécules, vient se joindre une troisième : la dispersion anormale dans le milieu absorbant. Toute la série des phénomènes démontrée à l'aide du tube à vapeur de sodium mène à l'opinion que cette troisième cause est la plus importante. Nous allons voir qu'elle influence non seulement les raies obscures, mais tout aussi bien les raies lumineuses. Si l'on élargit la fente du diaphragme du côté de p', le spectre n'en subit aucune influence, tant que les tubes A et B ont la température de l'entourage; les raies D se présentent comme en α (fig. 5). En abaissant la température en A et en l'élevant en B, les raies obscures D s'élargissent du côté des longueurs d'onde plus petites, l'intensité de lumière s'accroissant encore de l'autre côté, des rayons du champ p' dispersés anormalement pouvant atteindre le point S à travers la fente Q (voir β, fig. 5). Le spectre β se transforme en γ si l'on change le signe de la différence de température entre A et B, ou bien si l'on élargit la fente en P du côté de p. Un petit déplacement du diaphragme entier, mettant S dans l'ombre, fait apparaître le spectre θ, faisant l'impression d'un spectre d'émission du sodium à raies tant soit peu déplacées, quoiqu'en réalité il soit engendré exclusivement par des rayons du champ p' ayant subi une dispersion anormale dans la vapeur. Représentons-nous encore une fois le diaphragme P à fente étroite placé sur l'axe optique, et le spectre à raies larges correspondant à une différence de densité en A et B. Laissons parvenir, à l'aide d'une incision dans la feuille d'étain du diaphragme, à côté de la fente, un groupe de rayons de longueurs d'onde déterminées à travers Q et S. Alors la bande obscure présente une tache lumineuse d'une forme dépendant de celle de l'incision. Si l'incision du diaphragme a la forme de la figure 4, on obtient le spectre ε; en faisant décroître la différence de densité, le spectre ε se transforme en ζ; en renversant le signe de cette différence, on passe par α (différence = 0) et η à θ. Ainsi l'on peut créer des dédoublements, des renversements, des branches claires ou obscures de raies spectrales à discrétion. Ensuite, l'auteur recherche s'il est probable que les circonstances des expériences se présentent, soit dans la Nature, soit en des recherches spectroscopiques entreprises dans d'autres buts. D'abord des ouvertures curieuses du diaphragme ne sont pas nécessaires pour engendrer les phénomènes observés. Enfin, l'auteur examine les rapports quantitatifs. Autrefois, il a démontré (*Rev. génér. des Sc.*, t. XV, p. 480-495) qu'on peut s'imaginer que le Soleil est un corps gazeux dont les matières constituantes sont mélangées intimement, tous les phénomènes qui donnent l'impression d'être produits par des matières séparées pouvant être expliqués à l'aide de l'absorption anormale. Il conclut son article de haute importance en tentant de démontrer que la distribution de la lumière la plus probable exige cette constitution du Soleil. Ainsi, dorénavant, les raies de Fraunhofer ne sont plus exclusivement, comme le croyait Kirchhoff, des raies d'absorption, mais principalement des raies de dispersion. Il faut que nous nous habituions à l'idée de rayons de lumière courbes, etc. — **M. H. W. Bakhuis Roozeboom** : *La conduite mutuelle des halogènes.* — Ensuite M. Roozeboom présente, au nom de **M. J. M. Jaeger** : *Une substance à cinq phases liquides différentes, dont au moins trois sont stables par rapport au liquide isotrope.* Il s'agit de $C^{27}H^{45}O^{2}C.CH:CH.C^{6}H^{5}$. — **M. H. Kamerlingh Onnes** et **C. A. Crommelin** : *La mesure de températures très basses.* IX. Comparaison d'un élément thermique constantan-acier avec le thermomètre à hydrogène (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVII, p. 802). Post-scriptum. — **M. H. Kamerlingh Onnes** et **C. Braak** : *La mesure de températures très basses.* XIII. Déterminations avec le thermomètre à hydrogène. Avec une planche. — Enfin, M. Onnes présente, au nom de **M. W. van Bemmelen** : « Erdmagnetische Pulsationen » (Pulsations du magnétisme terrestre).

3° Sciences naturelles. — **M. L. Bolk** : « Das Cerebellum der Säugetiere. Ein vergleichend-anatomische Untersuchung ». (Le cerveau des mammifères, étude d'anatomie comparative). — Ensuite M. Bolk présente au nom de **M. A. J. P. van den Broek** : *Sur le rapport des voies génitales à laglande génitale des Marsupiaux.* — M. J.-M. van Bemmelen présente au nom de **M. H. G. Jonker** : « Liste des publications se rapportant à la géologie des Pays-Bas. » Sont nommés rapporteurs : MM. van Bemmelen, K. Martin et G.-A. Molengraaff.

P.-H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 2 30 JANVIER 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des ti publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollan

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Le Colonel Mannheim. — La France vient de perdre un savant de premier ordre.

Son œuvre ne pourra être dignement exposée et appréciée que par un de ses pairs, avec des développements qui ne sauraient être renfermés dans les limites trop étroites d'une Notice. Il ne peut s'agir ici que de donner dès à présent une idée de la vigueur de son esprit, de la multiplicité de ses travaux et de l'originalité de sa méthode.

Au début de sa carrière, les esprits étaient surtout frappés de ces méthodes de transformation qui, introduites par Poncelet, Chasles, Bellavitis, ..., ont donné d'abord à la Géométrie une puissance et une fécondité inattendues, et qui, pénétrant ensuite dans l'Analyse, lui ont ouvert la voie de ses plus profondes découvertes. Mannheim s'occupa, dans ses premiers essais, des transformations par inversion et par polaires réciproques. Il s'attache aux propriétés métriques, moins dociles à ces méthodes que les propriétés descriptives, et dont Poncelet ne venait à bout qu'en les rendant d'abord projectives. Il se passe de cet artifice, et les transforme directement. Il fait plus : peu satisfait d'être arrivé à une propriété nouvelle en faisant jouer la méthode de transformation comme une sorte de mécanisme, il porte la transformation sur la démonstration elle-même, et fait assister, en quelque sorte, à l'évolution même des idées.

Mais bientôt il est attiré par des questions d'un ordre nouveau où il entrevoit, puis découvre un domaine qu'il fait sien, et où il établira en maître toute son œuvre.

Il s'agit, en effet, d'aborder géométriquement la comparaison des arcs, les propriétés infinitésimales d'ordre supérieur des surfaces, des courbes planes et sphériques, de faire rentrer enfin sous la prise de la Géométrie pure des problèmes qu'il semblait que l'Analyse était seule capable d'agiter et de résoudre. Il doit donc créer à mesure son instrument de recherche, et il sait déjà qu'il le trouvera dans l'étude du déplacement des figures. Dès lors, il s'attaque à cette question, et d'abord il la renouvelle.

Jusqu'à lui on n'avait étudié que le déplacement d'un solide libre, et personne n'avait songé à imposer des conditions aux déplacements, et à suivre, d'après ces conditions, les déplacements qu'elles déterminent. Une idée féconde était au bout de cette voie : cinq conditions déterminent un déplacement; mais si l'on retire une condition ? Le déplacement indéterminé qui en résulte n'est pas arbitraire ; un point du système est assujetti maintenant à décrire non une ligne, mais une surface. Ce qui se présente alors est bien la généralisation dans l'espace du déplacement plan, et il faut s'attendre à rencontrer ici la généralisation du centre instantané par lequel passent toutes les normales. Le pénétrant géomètre la trouva, et il put énoncer ce beau théorème d'après lequel les normales à toutes les surfaces trajectives rencontrent deux mêmes droites.

Pendant sept années, cette étude du déplacement à deux paramètres est poussée dans tous les sens; les surfaces trajectoires révèlent leurs propriétés infinitésimales jusqu'aux deuxième et troisième ordres. S'il s'agit de l'élément infinitésimal engendré par une droite, un *point représentatif* adjoint à cette droite représente, dans le cas d'un seul paramètre, l'élément de surface réglée : un segment de cercle dont le plan contient la droite donne, dans le cas de deux paramètres, une représentation plane, d'une simplicité saisissante, de l'élément de congruence ou pinceau. Il faut voir, dans ce problème d'Optique géométrique où il transforme par la réfraction un pinceau incident, comment il sait conduire cette méthode qu'il a créée, et comment il fait d'un problème une construction, un édifice géométrique achevé, devant lequel l'esprit ressent dans sa plénitude la satisfaction de la solution définitive.

A ce moment, la *Géométrie Cinématique* est tout entière constituée dans l'esprit de son inventeur. Il ne désigne pas seulement sous ce nom l'ensemble des propriétés du déplacement des figures invariables, considéré indépendamment du temps; en réalité, il inaugure une méthode nouvelle. En effet, il ne fait pas seulement servir aux démonstrations les propriétés des systèmes invariables; l'instrument qu'il présente est bien plus souple, plus délicat, plus pénétrant. Il plie à son usage les systèmes déformables : angles, dièdres, polygones, polyèdres... ; il démêle dans chaque élément la partie invariable, et, passant d'un élément au

suivant, il arrive à des formules composées en général de simples rapports, qui lui permettent de poursuivre et d'atteindre jusque dans les ordres supérieurs des propriétés infinitésimales qui jusqu'alors n'avaient cédé qu'à l'Analyse, qui lui avaient même été rebelles.

Pour mettre en lumière la puissance et la pénétration de la méthode, il en multiplie les applications variées, ingénieuses, profondes. Elles sont réunies dans le monument qu'il a laissé, le grand livre des « Principes et Développements », où toute son œuvre est exposée et coordonnée. C'est là que se trouvent cette théorie nouvelle du contact des surfaces, poussée pour la première fois jusqu'au troisième ordre, et cette belle étude de la surface de l'onde où, après tant de découvertes géométriques, il arrive à des propriétés optiques qui avaient échappé à Fresnel et à ses successeurs.

C'est, enfin, grâce à cette méthode que le Cours de Géométrie descriptive de l'Ecole Polytechnique présenta, dans l'exposition et les démonstrations, une unité qui aurait pu paraître incompatible avec la diversité et la nature des questions de son programme. Courbure des surfaces, raccordement des surfaces réglées, courbes d'ombre..., tout était ramené et s'ordonnait suivant la même ligne, et formait cet ensemble harmonieux et fortement original de l'enseignement géométrique de notre Ecole, qui en était si justement fière.

Il vint un jour où elle put le lui dire dans une forme à la fois affectueuse et solennelle. Le Colonel Mannheim, qui aimait passionnément et l'Ecole et « la noble Géométrie », reçut cet hommage avec une émotion profonde, qu'il emporta dans sa retraite, et qui depuis, au moindre mot, l'attendrissait et le consola de bien des choses. Le souvenir qui lui fut alors offert reçut, dans l'asile sérieux et calme où, jusqu'au dernier jour, il recueillait sa pensée toujours active, une belle place entre d'autres souvenirs si chers.

C'est là qu'il a terminé sa noble vie, laissant à la Science un monument durable, à l'Ecole des leçons et un exemple que ceux à qui il fut donné de le bien connaître envelopperont avec émotion dans la piété du souvenir.

J. Réveille,
Docteur ès sciences,
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

§ 2. — Astronomie

Sirius. — Cette belle étoile suscite de nombreux et importants travaux : dernièrement, à la Société astronomique du Pacifique, les observations spectroscopiques faites sur Sirius étaient résumées par M. Campbell, directeur de l'Observatoire Lick. On peut adopter pour éléments du système double qu'elle forme ceux que calculait M. Zwier en 1899, savoir :

Durée de la révolution	48,8421 ans
Passage au périastre	1894,09
Demi-grand axe	7",584
Excentricité	0,5875
Inclinaison	46°1',9
Position du nœud	44°30',2

La parallaxe, d'après Gill, est 0"37; suivant Auwers, les masses relatives des deux corps seraient 2,20 et 1,04 en adoptant pour unité la masse du Soleil.

Comme les deux grands corps du système de Sirius circulent autour de leur centre de gravité, leur vitesse radiale par rapport à nous passe à son maximum lorsqu'ils sont aux nœuds de l'orbite, c'est-à-dire à la même distance de l'observateur. Depuis 1896, on prit donc, à l'Observatoire Lick, un grand nombre de clichés de Sirius au point de vue du déplacement des raies de son spectre, produit par son mouvement sur la ligne de notre rayon visuel, et, en les comparant avec les plus récentes déterminations de Potsdam et de Paris, on en conclut que le système de Sirius s'approche de nous à la vitesse de $7^{km},4$ par seconde. En outre, depuis 1891, l'astre principal du système de Sirius, le corps lumineux, s'éloigne de la Terre, de moins en moins il est vrai.

Ce résultat, diamétralement opposé aux précédents, n'est pas sans compliquer le problème : car, dès 1868, M. Huggins choisissait Sirius à l'origine pour appliquer la même méthode et le voyait s'éloigner à la vitesse de 47 kilomètres par seconde. En 1871, Vogel et Lohse trouvent un éloignement plus rapide encore, 75 kilomètres par seconde, tandis que quatre années de mesures à Greenwich donnent 35 kilomètres. Malgré les difficultés pratiques de ces recherches, de tels écarts sont inadmissibles entre les diverses déterminations et l'origine de ces variations reste une énigme captivante.

Au reste, il n'est pas jusqu'à la couleur de Sirius qui ne préoccupe les astronomes : en 1892, M. See publiait un savant Mémoire sur la couleur de Sirius et, prenant à témoin les vieux textes, affirmait que cette belle étoile devait être anciennement rouge. Torturant à son tour les écrits anciens, M. Schiaparelli parvient, à deux reprises, à des conclusions entièrement opposées, auxquelles se rallie volontiers M. Callegari, mais qui ne nous paraissent nullement concluantes, à cause, notamment, des adjectifs employés en littérature poétique comme synonymes, et auxquels il faut se garder d'attacher un sens trop absolu.

Faut-il donc nous obstiner sur les vieilles écritures qui mettent en opposition MM. See et Schiaparelli? ou bien en venir à des modifications progressives de la couleur, corrélatives de transformations physiques? Faut-il admettre avec Secchi que les astres rougissent en vieillissant et que les étoiles blanches ou bleues sont les moins anciennes? Devra-t-on reprendre partiellement la théorie de Herschel, avec l'interposition de nuages cosmiques plus ou moins absorbants de tels rayons lumineux?

L'observation des étoiles temporaires attire de préférence actuellement vers les hypothèses physiques, avec introduction de forces mécaniques très puissantes : l'étoile de Cassiopée que voyait Tycho en 1572 était blanche, puis devint jaune, rouge comme Aldébaran, et reprit sa couleur primitive dans la même année. N'est-ce pas à une conflagration violente, avec dégagement de chaleur, qu'il faut attribuer le retour au blanc?

Décidément, nous avons encore beaucoup à apprendre et à gagner en précision en ce qui concerne Sirius.

D'ailleurs, nous devons ajouter que les données de Zwier adoptées par Campbell ne sont pas les plus récentes, et que M. Doberck est parvenu à représenter assez bien les observations du système de Sirius jusqu'à 1903 avec les éléments suivants, assez différents des résultats antérieurs :

Durée de révolution	49,49 ans
Date du passage au périhélie	1894,28
Excentricité	0,5871
Demi-grand axe	[illegible]
Angle de position du nœud	225°49'
Angle formé par la ligne des nœuds et celle des apsides	29°54'
Inclinaison de l'orbite sur le plan perpendiculaire à la ligne du rayon visuel	43°20'

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Les ballons captifs dans l'armée allemande. — Par suite des difficultés extraordinaires qu'on éprouve assez souvent à se procurer un point de vue approprié du haut duquel on puisse examiner le terrain environnant, les ballons captifs se sont trouvés rendre des services précieux aux armées pour le service d'éclaireurs.

Le type de ballon employé d'abord dans l'armée allemande, comme dans celles d'autres pays, était le ballon sphérique bien connu, qui cependant ne se prêtait à cet usage que dans le cas de conditions atmosphériques tout particulièrement favorables, c'est-à-dire par un temps parfaitement calme. En effet, un ballon de ce genre, attaché à un câble, exécute des

oscillations violentes sous l'action du vent, qui le pousse vers le bas, en même temps que la poussée du gaz qu'il contient tend à le soulever. Or, ces oscillations dérangent évidemment les opérations des observateurs installés dans la nacelle. Lorsque cet état de choses continue pendant un certain temps, la pression du vent finit par expulser du ballon le gaz tout entier, l'ouverture d'admission restant ouverte continuellement afin d'éliminer le danger d'explosion. Même dans une atmosphère parfaitement calme, les observateurs sont plus ou moins gênés par la tendance que présente le ballon à tourner autour de son câble. Par suite de ces divers obstacles, le Service aérostatique n'a pu être, jusque dans ces derniers temps, porté au degré de sûreté désirable, d'autant plus que les jours vraiment calmes sont exceptionnels; aussi les ballons de l'ancien type n'ont-ils pu servir que pendant un tiers de l'année.

M. A. Riedinger, à Augsburg, a été le premier, parmi les constructeurs allemands, à préconiser l'usage du ballon cylindrique. Ce ballon, étant placé obliquement par rapport au vent, d'une façon analogue à un cerf-volant, reçoit une poussée dirigée de bas en haut et qui est renforcée par le vent lui-même. Quoique simple de construction, ce ballon ne réalisa cependant la stabilité voulue qu'après que certaines difficultés eurent été vaincues. Un ballon purement cylindrique, à bouts hémisphériques, loin d'être stable, parcourt en effet des trajectoires en spirale sous l'action du vent qui le pousse rapidement vers la terre. Grâce aux travaux de M. de Parseval, qui a réussi à donner à ce ballon toute la sécurité désirable, les observateurs peuvent désormais travailler tranquillement, même par un vent violent.

Le principe sur lequel est basée la construction de ce ballon, employé à présent dans l'armée allemande, est le suivant : Le ballon (fig. 1), de forme cylindrique, est divisé en deux compartiments; le supérieur *b*, plus grand, est la chambre à gaz, et le compartiment inférieur *c*, séparé par une cloison horizontale *i*, est le ballonet. Ce dernier est muni d'une ouverture *d* dirigée à l'encontre du vent, de façon à se remplir automatiquement d'air à la tension correspondant au vent qui arrive. Cette pression se propage à travers la cloison supérieure du ballonet vers la chambre à gaz, où la pression du gaz vient s'y ajouter. La pression à l'intérieur du ballon étant, par conséquent, plus grande que dans l'air environnant, le vent, en le quittant, est incapable d'y produire des creux, comme dans le cas des ballons sphériques, dont la couverture présente des creux pouvant servir de surfaces d'attaque au vent et qui sont la cause principale de leur instabilité.

Le timon *f* consiste en un anneau creux appliqué au bas de la partie postérieure du ballon; il sert à garantir la stabilité nécessaire. Comme le ballonet, il se remplit d'air d'une façon automatique en même temps que l'excédent d'air s'échappe par le haut. Tout en protégeant le ballon contre les oscillations horizontales, ce timon l'ajuste suivant la direction du vent. La stabilité de l'aérostat est ultérieurement accrue par des brise-vent *q* disposés en arrière du ballon et qui exercent sur ce dernier une poussée constante enrayant tout mouvement latéral. Le poids des brise-vent est compensé par des voiles *p*, attachées à droite et à gauche dans la partie postérieure du ballon le long de son équateur et qui lui donnent un surcroît de stabilité.

L'emploi de ces trois dispositifs différents pour assurer une stabilité aussi grande que possible présente l'avantage ultérieur de maintenir une stabilité suffisante, même dans le cas où l'un ou l'autre de ces divers organes viendrait à se briser. C'est ce qui vient d'être prouvé lors d'un accident causé par la foudre tombée sur un ballon et y ayant mis le feu. Grâce à ces dispositifs multiples, situés en dehors de l'enveloppe du ballon, la vitesse de sa chute a été, en effet, amortie au point d'éviter des conséquences fatales.

Un autre dispositif de sûreté est enfin constitué par la soupape à gaz *e*, qui s'ouvre automatiquement aussitôt que le ballon, ayant brisé son câble, arrive à des hauteurs excessives. La pression de l'air extérieur décroissant à mesure que le ballon s'élève à des hauteurs toujours plus grandes, il se présente, en effet, un danger d'explosion dû à la tendance d'expansion du gaz. Ce danger est éliminé en reliant la soupape au moyen d'une corde à la cloison supérieure du ballonet. Comme le gaz, en se dilatant, pousse le ballonet vers le bas, la corde, se tendant, ouvre la soupape automatiquement. Ce dispositif a rendu d'excellents services dans des cas de rupture du câble.

L'adoption de ces ballons-cerfs-volants a donné aux services d'éclaireurs des troupes de cavalerie le premier moyen de se renseigner rapidement sur la situation de l'armée ennemie, en substituant aux opérations

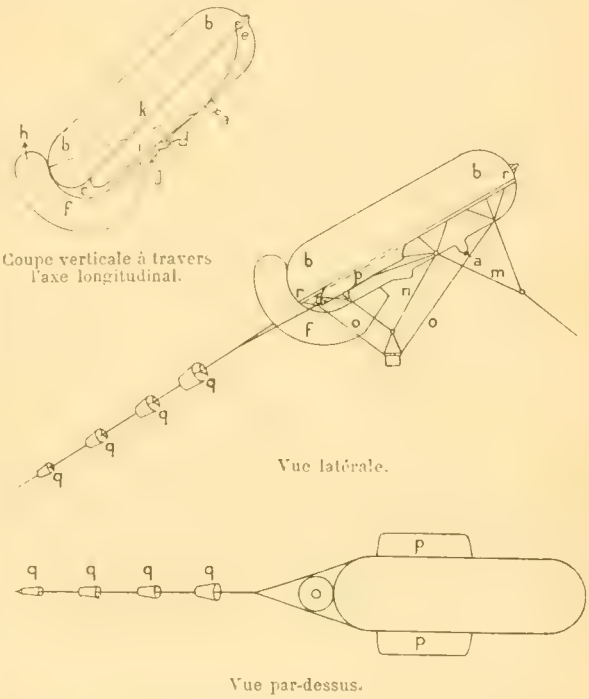


Fig. 1. — *Ballon cerf-volant en usage dans l'armée allemande.* — *a*, ouverture d'admission; *b*, chambre à gaz; *c*, ballonet; *d*, entrée du vent dans le ballonet; *e*, soupape; *f*, timon; *g*, entrée du vent dans le timon; *h*, sortie du vent du timon; *i*, cloison supérieure du ballonet; *k*, chaînette intérieure de la soupape; *l*, câble; *m*, corde croisée; *n*, cordes de la nacelle; *o*, cordes pour ajuster la nacelle; *p*, voile; *q*, brise-vent; *r*, ceinture.

fortuites d'autrefois un service sûr, précis et bien organisé, à l'abri même de vents violents.

Lors de l'inauguration de l'Exposition Universelle de Milan, le détachement d'aérostiers allemands a réussi à remplir et à enlever un ballon d'une capacité de 600 mètres cubes en vingt-cinq minutes, le ballon, soulevé automatiquement par la poussée du gaz, servant lui-même de monteur.

L'opération consistant à ramener le ballon vers la terre est bien plus difficile lorsqu'il s'agit de vaincre la résistance du vent. A cet effet, on se sert en général d'un rouleau suspendu dans le câble et auquel sont attachées plusieurs cordes pendant vers le bas et dont les nœuds sont saisis par les hommes de l'équipage; ces derniers, en courant avec le vent à l'encontre du ballon, produisent la chute de celui-ci par l'effet de traction qu'ils exercent sur les cordes.

Le cabestan à câbles exposé à Milan est pourvu d'un moteur à benzine de 26 chevaux; on le dit supérieur aux cabestans actionnés par machines à vapeur dont

on se sert en France; la position basse du cabestan est également un avantage spécial. L'emploi de ces dispositifs augmente de beaucoup les possibilités de l'aéronautique militaire, en la rendant indépendante des conditions atmosphériques. Alfred Gradenwitz.

§ 4. — Physique

L'action des oscillations électriques sur les corps aimantes. — On sait que le détecteur d'ondes électriques imaginé il y a quelques années par M. Marconi est basé sur l'action qu'exercent sur les corps aimantés les oscillations électriques traversant l'espace. M. Marconi a constaté, notamment, que les courants oscillatoires produits par les ondes électriques réduisent l'intensité d'aimantation d'un morceau de fer aimanté; le courant secondaire induit par cette réduction d'intensité magnétique est utilisé pour révéler la présence des ondes.

L'explication qu'on donne d'ordinaire de cette action est que les oscillations électriques affectent le fer d'une façon à peu près analogue aux vibrations mécaniques, c'est-à-dire qu'elles annulent ou réduisent l'hystérèse, permettant au fer d'approcher d'une condition plus parfaitement normale où il n'y aurait pas de perte par hystérèse.

Ce sujet vient d'être repris par M. W. H. Eccles[1], qui résume les résultats de ses expériences dans un Mémoire récemment présenté à la Société de Physique de Londres

L'auteur se sert de deux faisceaux identiques de fil de fer, aimantés au moyen de deux bobines identiques, reliées en série, les bobines et les faisceaux étant disposés de façon à annuler l'un l'autre les effets produits sur un magnétomètre disposé entre les deux systèmes. La bobine à travers laquelle on envoie les oscillations électriques entoure l'un de ces faisceaux de fil de fer.

Les expériences ont été faites en faisant traverser aux faisceaux de fil des cycles magnétiques jusqu'à ce qu'une condition stable fût réalisée. C'est alors qu'on a produit, dans la bobine précitée, des oscillations dont l'effet sur l'aimantation du fer a été déterminé en notant la variation de la déviation du magnétomètre, ajusté pour une sensibilité extrême. Les déterminations faites par l'auteur sont relatives à différents points des boucles d'hystérèse correspondant à différentes intensités maxima de l'aimantation.

Les oscillations étaient produites par la décharge d'une machine électro-statique; le choix du pôle de cette machine relié à la bobine oscillatoire se trouve être parfaitement indifférent. L'auteur constate, dans des conditions analogues, des déviations identiques du magnétomètre. L'effet produit par l'oscillation varie suivant le degré d'aimantation, atteignant un maximum quand la condition magnétique du fer est celle qui correspond au point d'inflexion de la courbe d'hystérèse.

Le résultat le plus intéressant de ces recherches est pourtant le fait constaté par l'auteur que les oscillations exercent des effets identiques respectivement sur les branches ascendante et descendante de la courbe d'hystérèse; c'est dire que, dans l'un et l'autre cas, l'intensité d'aimantation du fer est affaiblie, tandis que les chocs mécaniques imprimés au fer, on le sait, augmentent son intensité magnétique sur le côté ascendant de la courbe. L'oscillation exerce donc un effet autre que celui d'annuler l'hystérèse; aussi l'explication jusqu'ici donnée doit-elle être en défaut. Bien qu'on ne sache pas au juste en quoi peut consister cette action de l'oscillation électrique sur l'aimantation du fer, l'auteur incline à croire qu'il existe à l'intérieur du fer des forces intrinsèques, tendant à amener ce dernier vers une condition stable, mais qui ne coïncide pas avec la condition définie par la courbe normale d'aimantation. Ces oscillations dépenseraient vraiment sur le fer de l'énergie disparaissant sous la forme d'hystérèse magnétique. Cette hypothèse est confirmée par certains autres résultats trouvés par l'auteur.

Les expériences qu'on vient de décrire démontrent, on le voit, que les courants oscillatoires exercent dans un cas une action allant dans le même sens que la force magnétisante, et dans l'autre une action en sens inverse.

[1] *Electrical Review*, N. Y., n° 12, 1906.

§ 5. — Zoologie

Mimétisme olfactif. — Les cas de mimétisme que nous offrent en nombre les Insectes sont du *mimétisme visuel*, c'est-à-dire que la ressemblance extérieure de forme et surtout de couleurs entre l'espèce copiée et celle qui copie donne à l'œil l'illusion de l'identité, au moins à un examen rapide; la disposition semblable des marques les plus visibles, des dessins caractéristiques, tout concourt à la tromperie. Rappelons, par exemple, le cas du *Vespa crabro*, notre Frelon, copié par le *Trochilium apiformis*, celui des Piérides de l'Amérique tropicale qui ressemblent tant aux Héliconides et aux Danaïdes brillamment colorés, etc.

On connaît l'interprétation très séduisante qui a été donnée de ce curieux phénomène : on a supposé qu'il y avait un considérable avantage pour l'espèce la moins bien armée à se confondre avec une forme bien défendue, non comestible, munie de couleurs prémonitrices, de façon à être laissée de côté par les carnassiers qui chassent à la vue, tels les Oiseaux. Par suite de sélections successives de variations de plus en plus favorables, l'espèce copiante s'est rapprochée graduellement de la forme copiée, jusqu'à atteindre quelquefois l'identité apparente.

La théorie explicative du mimétisme visuel a subi en ces derniers temps de si rudes attaques qu'il est bien difficile de l'accepter telle quelle. Il est juste de dire que les critiques n'ont rien mis à la place; le phénomène reste inexpliqué, dans sa signification s'il en a une, et dans son origine.

Mais les carnassiers terrestres qui se renseignent par la vue sont, en somme, assez rares; beaucoup d'autres, les Insectes en particulier, se guident surtout par l'olfaction. On pourrait concevoir *a priori* un *mimétisme olfactif*, produisant une erreur utile au possesseur de l'odeur; Santschi[1] vient d'en citer un cas tout à fait intéressant chez les Fourmis.

Les femelles fécondées de *Bothriomyrmex* (Afrique du Nord) ont la singulière habitude de s'introduire dans des colonies de *Tapinoma* normalement constituées; elles sont dès l'abord arrêtées sur le dôme par les ouvrières de *Tapinoma*, qui les molestent quelque peu au début, en les tiraillant par les antennes et les pattes; mais la femelle arrêtée répond bénévolement aux légères vexations qui l'accueillent; elle caresse les ouvrières avec ses antennes, comme si elle voulait les calmer. A force de patience, elle finit par entrer dans le nid, tue la mère *Tapinoma* et mange probablement les œufs de celle-ci; dès lors, elle fera soigner ses propres œufs par les *Tapinoma* ouvrières jusqu'au moment où celles-ci seront devenues inutiles par suite de la multiplication de ses propres descendants.

Or, il est extrêmement remarquable que la femelle de *Bothriomyrmex*, qui se fait ainsi accepter par les *Tapinoma*, a une odeur très pénétrante et très caractéristique de *Tapinoma*, odeur si tenace qu'elle persiste encore après plusieurs mois d'immersion dans l'alcool. Les ouvrières et les mâles de *Bothriomyrmex*, qui n'ont aucun rapport avec les *Tapinoma*, n'ont pas du tout cette odeur particulière. Ajoutons que la femelle de *Bothriomyrmex* a aussi la taille et la couleur, mais non pas la forme, des ouvrières de *Tapi-*

[1] Santschi : A propos des mœurs parasitiques temporaires de Fourmis du genre *Bothriomyrmex* (*Ann. Soc. Entom. France*, t. LXXV, 1906, p. 363).

noma; tout cela réuni, mimétisme visuel et mimétisme olfactif, doit nécessairement favoriser la confusion dont bénéficiera la femelle parasite.

§ 6. — Sciences médicales

Les dangers du chien d'abattoir. — Les chiens d'abattoir transmettent le tœnia échinocoque : M. le Dr Dévé (de Rouen) attire de nouveau l'attention sur ce point[1]. On sait, en effet, que, dans les villages et dans les abattoirs, certains chiens aiment à manger les viscères des moutons et bœufs écorchés vifs. Or, ces viscères sont pleins de « boules d'eau » ou kystes hydatiques qui sont déglutis par les chiens : ceux-ci, léchant ensuite leurs maîtres, peuvent les infester, et c'est pourquoi les bouchers, charcutiers et leurs enfants sont si souvent porteurs de kystes hydatiques (17 % des cas). Il convient donc de réglementer l'abatage et d'ordonner l'incinération de tous les viscères présentant des « boules d'eau ».

§ 7. — Géographie et Colonisation

La production et la consommation du cacao. — Un récent article de M. Aug. Chevalier[2], le savant explorateur de nos richesses agricoles coloniales, vient heureusement compléter l'excellente monographie que MM. Lecomte et Chalot avaient consacrée au cacao, il y a quelques années.

Le cacaoyer est un arbuste adapté à la vie sociale des végétaux de la forêt tropicale. Planté isolément, il craint la grande lumière tropicale, les vents violents et les effluves marins. Il ne prospère pas au-dessus de 600 mètres, redoutant les abaissements de température qui sont le fait de l'altitude : il exige toujours de 20 à 30°. Sa racine pivotante demande un sol profond, riche en humus, auquel il faut fournir surtout de la potasse et de l'acide phosphorique. Le cacaoyer réclame une chute de pluie d'au moins 2 mètres; sans irrigations, il ne résisterait pas à une sécheresse trop prolongée. Pour tamiser la lumière, on abrite provisoirement l'arbuste, pendant sa croissance, d'abord avec des bananiers que l'on coupe et laisse sur place au bout de cinq ou six ans; on préfère ensuite, pour l'abriter d'une façon permanente, d'autres arbres que l'on place en lisière, perpendiculairement à la direction des vents régnants.

On possède de nombreux renseignements statistiques sur la production mondiale du cacao. M. Aug. Chevalier donne les chiffres suivants qui représentent des tonnes :

PAYS PRODUCTEURS	1894	1903
Equateur	19.560	23.228
San Thomé	6.165	22.161
Brésil	10.148	21.738
Trinidad	10.242	14.806
Venezuela	6.924	12.161
Saint-Domingue	1.975	6.250
Grenade	3.980	6.250
Ceylan	1.415	3.575
Gold Coast	9	2.297
Surinam	3.249	2.225
Haïti	1.000	2.175
Cuba	1.153	2.025
Jamaïque	650	1.650
Indes néerlandaises	724	1.158
Martinique et Guadeloupe	695	1.050
Cameroun	135	800
Autres pays	741	1.500
	69.095	125.989

L'exportation est à peu près proportionnelle à la production. L'Equateur, Trinidad, le Brésil, le Venezuela, San-Thomé, Grenade, viennent en tête; mais l'accroissement le plus considérable dans les dernières années provient des colonies africaines : Gold Coast, Cameroun et San Thomé. Comme pour le coton, le café, le caoutchouc, les métropoles européennes cherchent, de cette façon, à lutter contre la concurrence américaine. Et il faut reconnaître que les Anglais à Gold Coast et les Portugais aux îles Principe et San-Thomé sont arrivés à des résultats magnifiques. Nous aurions grand profit à étudier les méthodes employées dans ces régions; aussi bien, faut-il espérer que la Mission de M. Aug. Chevalier ne tardera pas à porter des fruits. Le champ est encore à peu près vierge, puisqu'en 1904 la quantité de cacao produite dans nos colonies dépassait légèrement 1.000 tonnes, soit à peine la vingtième partie de la consommation française. Plusieurs propriétaires de San Thomé, ajoute M. Chevalier, arrivent à récolter cette quantité dans une seule plantation. Ce n'est pas cependant que les terres favorables nous manquent : elles abondent à la Guadeloupe, sur la côte Est de Madagascar, à la Côte d'Ivoire, et surtout au Congo qui a fait jusqu'ici les plus grands efforts pour développer cette culture.

D'après M. Harold Donald Smith, les pays importateurs de cacao se classent dans l'ordre suivant, les chiffres représentant des tonnes :

	1905	1903
Etats-Unis	34.621	25.216
Allemagne	29.188	21.310
France	21.425	20.333
Pays-Bas	18.711	16.449
Grande-Bretagne	20.757	18.387
Espagne	5.670	5.897
Autriche-Hongrie	2.628	2.002
Belgique	2.954	2.720

Les meilleures qualités de cacao viennent du Venezuela, qui en exporte annuellement 40.000 quintaux, principalement en France et en Espagne. Trinidad exporte 125.000 quintaux en Amérique, France et Grande-Bretagne. Nous importons la plus grande partie du cacao brésilien. Guayaquil exporte déjà de 100.000 à 200.000 quintaux, principalement en Espagne et en Allemagne. New-York, Hambourg et le Havre sont, par ordre d'importance, les trois grands marchés du cacao.

Importation n'est pas équivalent de consommation; c'est ainsi que pour la Suisse, les Pays-Bas et la France, qui vendent de grandes quantités de cacao en poudre et de chocolat, il est difficile d'établir d'une façon précise les chiffres de consommation. M. Chevalier donne les suivants, en kilogramme et par tête d'habitant; ils se rapportent à 1904 et concernent le chocolat :

France	0,880
Angleterre	0,745
Allemagne	0,708
Belgique	0,630
Etats-Unis	0,586
Espagne	0,588
Norvège	0,080

D'après M. Max Eckert, la consommation du chocolat, qui s'élevait vers 1865, et par tête d'habitant, à 0 kil. 13 en France, 0,07 en Grande-Bretagne, 0,04 en Allemagne, serait aujourd'hui de 0,400 en France et en Angleterre, et 0,300 en Allemagne; elle atteindrait 0,700 en Suisse. Ce qui est certain, c'est que la consommation du chocolat ne cesse de croître; félicitons-nous de la place que nous occupons dans la consommation d'un produit d'une aussi grande valeur alimentaire.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

[1] *Bulletin médical*, 1906, p. 870.
[2] *Annales de Géographie*, 15 juillet 1906.

L'ÉTAT ACTUEL DE LA GÉODÉSIE

XV CONFÉRENCE DE L'ASSOCIATION GÉODÉSIQUE INTERNATIONALE TENUE A BUDAPEST EN 1906

La Science géodésique est en progrès continuel. Nous le constations ici même[1] dans un article publié au commencement de 1904, à la suite de la quatorzième Conférence de l'Association Géodésique internationale. La quinzième réunion de cette assemblée à Buda-Pest, au mois de septembre dernier, vient encore de le confirmer. Ce ne sont pas seulement les instruments de mesure qui se perfectionnent de jour en jour et permettent d'atteindre des précisions de plus en plus grandes, ce sont aussi les méthodes qui se modifient, le champ des études géodésiques qui s'étend; enfin, ce sont surtout les conclusions qui se précisent et nous amènent à une connaissance de plus en plus exacte du géoïde ou de la figure mathématique de la Terre.

Nous n'entrerons pas dans le détail des Rapports particuliers, présentés par les délégués nationaux, sur les travaux exécutés dans les différents pays depuis la Conférence de 1903, nous bornant à constater que partout, aussi bien dans les États européens qu'aux États-Unis, au Mexique, au Japon et dans les colonies asiatiques ou africaines, les travaux géodésiques se complètent et s'étendent.

Nous ferons de préférence un exposé d'ensemble de chacune des grandes questions qui ont été discutées, savoir : les mesures d'arc actuellement en cours d'exécution ou récemment terminées; les nouvelles méthodes de mesure des bases; les derniers résultats fournis par les nivellements de haute précision; l'état actuel des mesures d'intensité de la pesanteur, en particulier sur les océans; les études sur la répartition des masses et sur les courbures du géoïde entreprises par MM. Eötvös et Brillouin, celles sur la compensation isostatique par le Coast and Geodetic Survey aux États-Unis; l'emploi de la télégraphie sans fil dans les déterminations de différences de longitudes, enfin celui du téléphone et d'une méthode de coïncidences dans les mêmes déterminations.

I. — Géodésie.

§ 1. — Les grandes mesures d'arcs actuellement en cours.

Les lecteurs de la *Revue* ont été entretenus déjà des grands arcs actuellement en cours d'exécution en vue de la nouvelle détermination des éléments de l'ellipsoïde terrestre depuis 1899. L'arc du Spitzberg, entrepris par les Gouvernements russe et suédois, est actuellement entièrement terminé et les calculs en cours d'exécution.

La carte de la figure 1 montre l'ensemble de l'arc, qui mesure 4° 1/2 environ d'amplitude. Il comporte 33 stations, dont 18 ont été occupées par les Suédois et 15 par les Russes.

La latitude astronomique a été observée à la presque totalité des stations, et l'on a déterminé également de nombreux azimuts de façon à pouvoir faire une étude, aussi complète que possible, des déviations de la verticale.

Les deux bases ont été mesurées au fil Jäderin avec étalonnage du fil avant et après la mesure. Enfin, des observations de la gravité, au moyen du pendule de Sterneck, ont été faites en dix stations, et l'on a pu se rattacher à l'ancienne station de Norskö, faite autrefois par Sabine.

On sait quelles ont été les difficultés rencontrées par les opérateurs russes et suédois au cours de leurs travaux; l'année 1900, entre autres, fut particulièrement difficile en raison de l'accumulation des glaces et du mauvais temps persistant. La campagne n'avait pas été couronnée de succès malgré les efforts inouïs des géodésiens, et les difficultés rencontrées étaient telles que l'on pouvait douter de la possibilité de mener l'entreprise à son terme. La ténacité et l'énergie des opérateurs ne se démentirent pas cependant; l'année 1901 fut, du reste, plus favorable et permit aux Russes de terminer leurs observations. Les Suédois, dont les travaux, situés plus au nord que ceux des Russes, étaient encore davantage gênés par les glaces, ne terminèrent leurs mesures sur le terrain qu'en 1902. M. A. Hansky narra ici même[1] les péripéties de ces expéditions polaires où les opérateurs ont eu à déployer plus que de l'énergie, car on serait tenté de dire de l'héroïsme, pour triompher de tous les obstacles accumulés dans ces solitudes glacées.

Pendant que les Russes et les Suédois mesuraient un arc polaire, la France avait, comme on le sait, repris la mesure d'un arc équatorial dans les régions où avaient opéré autrefois les académiciens Bouguer, La Condamine et Godin.

[1] R. Bourgeois : L'état actuel de la Géodésie. *Revue gén. des Sc.* du 30 avril 1904, t. XV, p. 37.

[1] A. Hansky : Les travaux de la Mission russo-suédoise pour la mesure d'un arc de méridien au Spitzberg, dans la *Revue* des 15 et 30 décembre 1902.

L'exposé de l'ensemble des travaux de la Mission géodésique française de l'Équateur doit faire l'objet d'un prochain article de la *Revue générale des Sciences*, et nous nous bornerons à présenter ici une simple énumération des mesures et des observations qui ont été effectuées au cours du séjour en Équateur et au Pérou.

L'arc qui s'étend de Tulcan, près de la frontière de Colombie, à Payta, au Pérou, a une amplitude de 5° 53' 30".

La chaîne méridienne comporte 74 stations et s'appuie sur trois bases, l'une *fondamentale*, celle de Riobamba, mesurée avec l'appareil bi-métallique de Brünner et l'appareil Jäderin à fils d'invar et cuivre; les deux autres de *vérification* : celle du Nord ou de Tulcan, mesurée avec l'appareil Jäderin à fils d'invar et cuivre ; celle du Sud, ou de Payta, mesurée avec la règle monométallique en invar et l'appareil Jäderin modifié par MM. Carpentier et Guillaume, à fils invar.

Sauf quelques rares exceptions, on a mesuré la latitude astronomique à tous les sommets de la triangulation, soit au théodolite à microscopes, par la méthode des observations circumméridiennes d'étoiles culminant au Nord et au Sud du zénith, soit par la méthode des hauteurs égales d'étoiles, en employant l'astrolabe à prisme.

En outre des stations extrêmes, l'arc est jalonné par six stations astronomiques intermédiaires, où l'on a déterminé la latitude, un azimut et une différence de longitude, de façon à pouvoir y former l'équation de Laplace.

De plus, une station astronomique a été installée à la côte, à Machala, reliée géodésiquement à la chaîne, et l'on y a déterminé la différence de longitude avec la station astronomique de Cuenca, dans la Cordillère, en vue de l'étude du relèvement éventuel du géoïde sous le massif des Andes.

Un nivellement de précision de 410 kilomètres environ relie la base fondamentale au point de Salinas, sur le Pacifique, où l'on a installé un médimarémètre qui fonctionne depuis deux ans. Un autre médimarémètre, relié aussi à la base du Sud par un tronçon de nivellement de précision, a été installé à la station de Payta.

Il a été fait six stations d'intensité de la pesanteur, suivant une coupe Est-Ouest, allant de Machala, sur le bord du Pacifique, à Baños, sur le versant amazonien de la chaîne des Andes orientales. Baños n'est déjà plus qu'à l'altitude de 1.800 mètres.

On a déterminé, en 48 stations convenablement réparties, les valeurs de la déclinaison magnétique, de l'inclinaison et de la composante horizontale; Payta est encore au nord de l'équateur magnétique.

Le médecin-major Rivet, chargé des études relatives aux Sciences naturelles, a fait au Muséum de nombreux envois zoologiques et minéralogiques. Il a entrepris une étude anthropologique des races

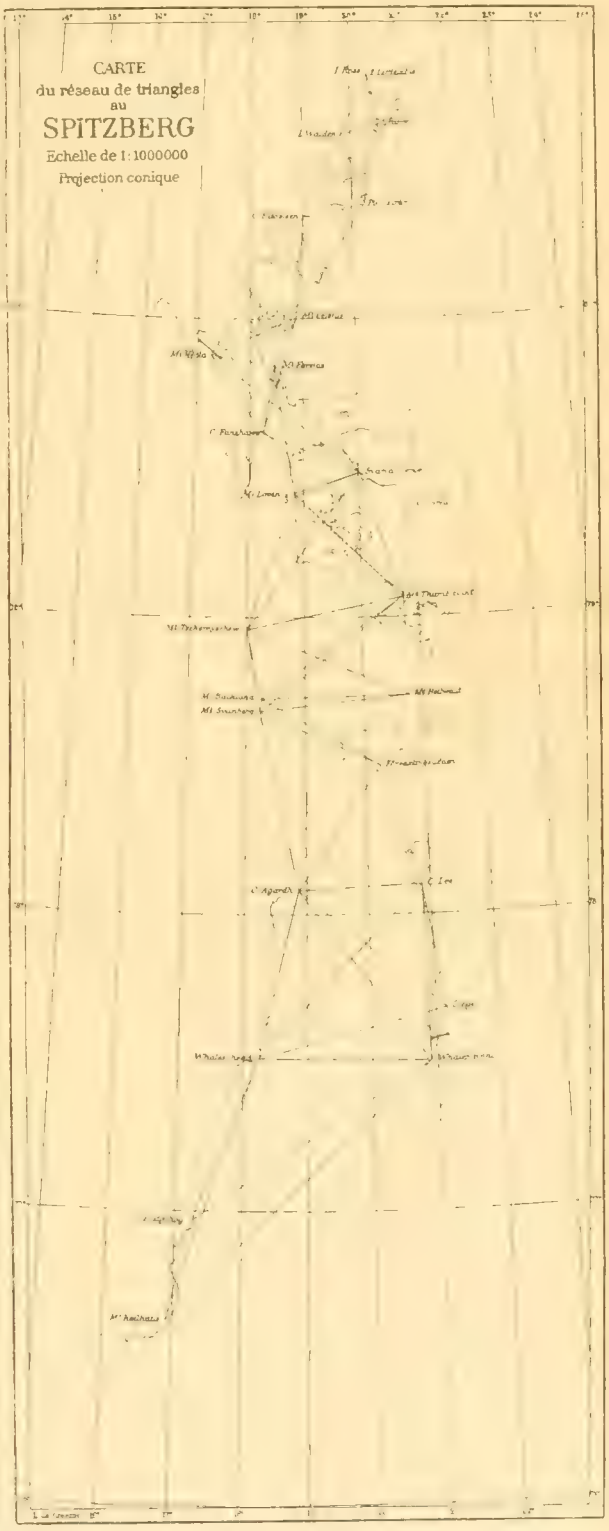


Fig. 1. — *Arc du Spitzberg.*

indiennes de l'Amérique du Sud, et, grâce à l'influence qu'il a su prendre dans le pays, a réuni une

collection d'antiquités incas tout à fait exceptionnelle.

En chaque station géodésique, on a visé un grand nombre de sommets de la Cordillère, ainsi que tous les points remarquables du terrain, et fait un tour d'horizon photogrammétrique; en ajoutant à ces données les nombreux itinéaires qui ont été exécutés, on est en possession d'éléments plus que suffisants pour établir une carte générale de la région interandine, dont l'utilité pour l'Équateur

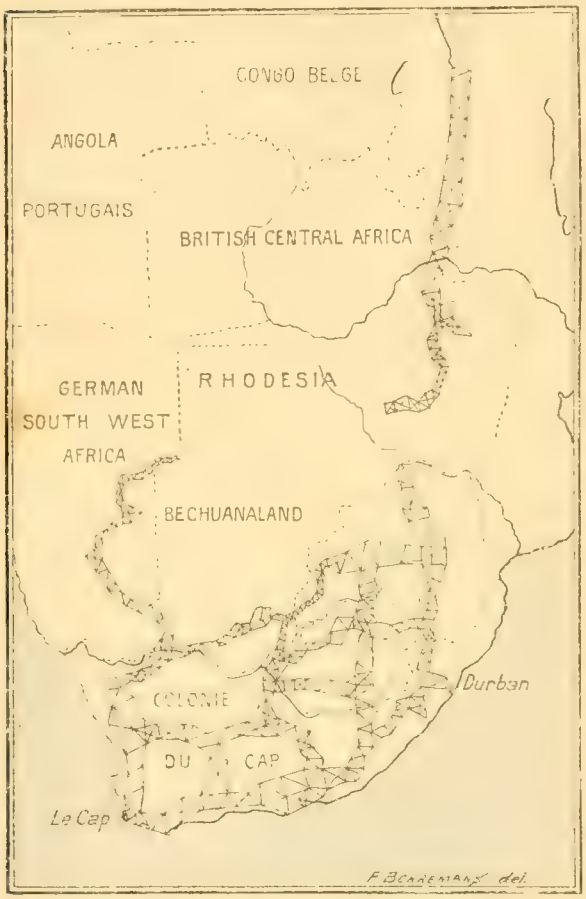


Fig. 2. — *Chaîne du Cap au Caire et triangulation de premier ordre de l'Afrique du Sud.*

ne saurait faire de doute et qui a déjà reçu un commencement d'exécution.

Ces travaux, qui viennent de prendre fin au mois de mai dernier, ont demandé cinq ans d'efforts; onze officiers de la Section de Géodésie du Service géographique, ainsi que vingt-huit sous-officiers et soldats y ont été employés.

La Mission a eu à déplorer la perte du Commandant Massenet, décédé à Cuenca le 1er octobre 1905, des suites d'un abcès au foie, au cours des opérations de la différence de longitude Cuenca-Machala; du soldat Roussel, mort aux environs de Tulcan en 1902, et du soldat Pressé, décédé à Robiamba en 1903. Les membres de la Conférence ont tenu à rendre hommage à la mémoire de ces victimes de la science en se levant en leur honneur.

M. Darwin, délégué de la Grande-Bretagne, a rendu compte de l'état d'avancement des travaux de triangulation du grand arc africain qui doit, le long du 30e degré de longitude, aller du Cap au Caire. Ainsi que l'on peut s'en faire une idée par l'inspection de la carte de la figure 2, ces opérations sont relativement avancées au Transvaal, en Rhodésia et dans l'Afrique Centrale anglaise. M. Helmert a fait connaître qu'un crédit d'un million de marks sera très certainement voté à bref délai pour l'exécution de la triangulation en Afrique Orientale allemande. Cette colossale entreprise, qui donnera à la science un arc de 55° d'amplitude, est donc en excellente voie d'exécution.

§ 2. — Les Mesures de bases[1].

La mesure d'une base est l'opération géodésique la plus délicate d'une triangulation. Nous avons exposé, il y a deux ans, l'évolution des procédés employés depuis l'époque où Delambre et Méchain utilisèrent, avec la précision que l'on sait, la règle bimétallique construite par Borda; nous n'y reviendrons pas. Les études de MM. Benoit et Ch.-E. Guillaume sur les alliages d'acier et de nickel ont actuellement transformé la question et permis de s'affranchir de la détermination si importante et si délicate de la température de la règle. L'acier à 36 °/₀ de nickel, ou métal invar, a un coefficient de dilatation si faible que l'on peut se contenter, sans erreur sensible pour la réduction, de la température lue sur un bon thermomètre à mercure placé sur la règle, ou dont le réservoir est plongé dans sa masse.

Outre les règles en métal invar, on a fait dans tous les pays, depuis une vingtaine d'années, époque à laquelle M. Jäderin présenta son appareil à fils de 24 mètres d'acier et de laiton tendus sous un effort constant, un large usage d'appareils à fils. C'est sur ces derniers surtout qu'a porté la discussion à la conférence de Buda-Pest.

L'appareil de M. Jäderin a été, à la suite de longues études, perfectionné, — l'on devrait même plus exactement dire complètement transformé, — par MM. Guillaume et Carpentier. En outre des modifications très importantes dans la disposition de l'appareil lui-même, telle que la substitution de poids tenseurs aux dynamomètres, qui en rendent l'emploi beaucoup plus facile et augmentent la précision dans de larges proportions, M. Guillaume a porté principalement ses recherches sur

[1] M. le lieutenant-colonel Bourgeois, chef de la Section de géodésie au Service Géographique de l'Armée, rapporteur.

le traitement à faire subir au métal invar et aux fils, de façon à éviter autant que possible des modifications moléculaires qui se seraient infailliblement traduites par des variations dans la longueur des appareils de mesure. C'était là, en effet, une des craintes sérieuses qui se présentaient au sujet de l'alliage invar; on pouvait légitimement penser que la précieuse propriété qu'il possède de se dilater très peu serait peut-être contrebalancée par de l'instabilité et, par conséquent, par une tendance plus ou moins grande à se déformer sous l'action du temps.

M. Guillaume avait été invité à venir faire lui-même à Buda-Pest une communication détaillée sur ses appareils et ses études. Il a exposé les divers traitements que l'expérience a conduit à faire subir aux fils pour assurer la permanence de leur état.

Il se présente dès le début une question d'ordre pratique, tout à fait importante.

Le fil a 24 mètres de longueur et ne peut, on le conçoit aisément, être transporté à l'emplacement choisi pour la mesure et souvent même conservé en dehors des périodes de service à l'état d'extension; il faut nécessairement l'enrouler sur lui-même, donc aussi le dérouler et cela fréquemment au cours des opérations.

On est amené, dans la plupart des cas, à le faire au commencement et à la fin de chaque séance de travail, car on dispose rarement d'un abri où l'on puisse en toute sécurité suspendre le fil étendu. Cette opération a toujours paru dangereuse pour la stabilité du fil, et il est évident qu'à l'état d'enroulement la fibre extérieure et la fibre intérieure travaillent différemment. La question a donc tout particulièrement attiré l'attention, et de nombreuses expériences ont été faites au Bureau international des Poids et Mesures de Breteuil. Elles paraissent avoir montré qu'un fil enroulé sur un rayon de 25 centimètres reste dans les limites de sa déformation élastique dans le passage de l'état de couronne à celui de complète extension. En conséquence, les fils, dès leur sortie de la filière, sont livrés au Bureau International enroulés sur un tambour de $0^{m},50$ de diamètre et subissent l'étuvage ainsi que les manipulations nécessaires à la pose et à l'ajustage des réglettes dans ces mêmes conditions. Enfin, des expériences nombreuses ont montré qu'un fil enroulé depuis sept à huit mois ne paraissait pas présenter de changement systématique dans sa longueur. Pendant plusieurs années, on a préconisé l'enroulage à la main au cours des opérations de mesure, en laissant, pour ainsi dire, le fil reprendre de lui-même son diamètre coronal habituel, l'opérateur veillant seulement à la non production de boucles ou de nœuds; depuis peu, des études nouvelles ont montré qu'il ne paraissait pas y avoir d'inconvénient à enrouler le fil sur un tambour, ce qui, au point de vue de la facilité de manœuvre, est bien préférable à l'enroulage à la main.

Le second point qu'il importait d'étudier et d'expérimenter est la stabilité du nouvel alliage. On a cherché à réaliser le plus possible l'équilibre moléculaire du métal qui constitue les fils, en faisant subir à ceux-ci une série de manipulations qui ont pour but de mettre pour ainsi dire en mouvement les éléments constitutifs du métal de toutes les façons possibles, de telle sorte qu'il leur soit en définitive possible de se grouper de la manière la plus stable. Pour cela, les fils sont soumis tout d'abord, après l'étuvage, à une traction sous un poids de 60 kilogs pendant vingt-quatre heures. Cette première manipulation, qui produit dans un fil de 24 mètres un allongement de $0^{mm},21$ en moyenne, a également pour but de vérifier la solidité des attaches des réglettes. Mais le traitement le plus particulier, introduit depuis quelque temps seulement et qui paraît produire les meilleurs effets sur la stabilité ultérieure du métal, est celui qui consiste à imprimer aux fils des secousses très énergiques au moyen d'une sorte de battage rythmé : deux aides tenant le fil étendu dans toute sa longueur, à chacune de ses extrémités, le frappent vigoureusement et en cadence sur un plancher. Cent chocs ainsi donnés à un fil qui a subi un allongement sous l'effort de la traction de 60 kilogs, le ramènent à sa longueur initiale, et les cent chocs suivants ne produisent qu'un raccourcissement moyen de $0^{mm},1$.

Pendant la période triennale de 1903 à 1906 dont il a été rendu compte à la Conférence, on a employé les appareils Guillaume-Carpentier à fil invar aux mesures de bases exécutées par les Services géodésiques serbe et russe, par les officiers de la Mission Géodésique Française à Payta (Pérou) et, enfin, par la Commission Géodésique Suisse au Simplon. On a employé également des fils invar dans les mesures de bases du Cap, au cours des opérations de la triangulation du Grand Arc Africain. Ces mesures ont donné partout des résultats largement suffisants comme précision pratique. Mais il y a des différences marquées entre les précisions obtenues dans ces différentes opérations. Si, en Serbie, au Cap et au Simplon, on a constaté un accord entre les mesures faites avec différents fils atteignant environ le 1/1.000.000, cet accord tombe au 1/100.000 en Russie et au 1/200.000 environ en Equateur. M. Guillaume estime que ces divergences sont dues, pour les fils russes, à un défaut dans l'ajustage des réglettes, qui a pu être cause des variations constatées dans les étalonnages successifs par le Général Gédéonoff; cependant, d'après ce dernier, ces variations ne se seraient pas produites graduellement, mais par sauts, et le Général les avait attribuées

aux actions mécaniques inévitables qui s'exercent dans l'enroulement et le déroulement du fil. A Payta, l'on a constaté des allongements atteignant une valeur variant du 1/100.000 au 1/250.000 de la longueur des fils. M. Guillaume les attribue à un battage insuffisant avant la livraison et peut-être ensuite à l'effet de la température élevée, ayant pu dépasser 40°, à laquelle les fils ont été exposés d'une façon continue au cours du voyage de France au Pérou, dans la mer des Antilles et dans le Pacifique. Il eût été nécessaire, d'après lui, de laisser les fils, qui avaient ainsi subi une sorte de nouvel étuvage, reprendre leur état normal, par un repos de trois mois environ, tandis que les bases ont été mesurées dès l'arrivée des appareils.

Les conclusions de la discussion à laquelle ont donné lieu ces résultats sont, tout d'abord, qu'il faut apporter dans le maniement des fils et dans la mesure des bases les mêmes précautions minutieuses que l'on a l'habitude de prendre dans les opérations faites au moyen des règles, et ensuite qu'il paraît être de toute nécessité, dans les mesures de haute précision, de comparer fréquemment, pour ne pas dire journellement, les fils employés à une courte base étalon dont on déterminerait la longueur avec une haute précision et qui jouerait ainsi le rôle de comparateur. On sait que ce procédé a été employé par les Géodésiens américains dans leur campagne de mesure des neuf bases du Grand Arc Transcontinental en 1902.

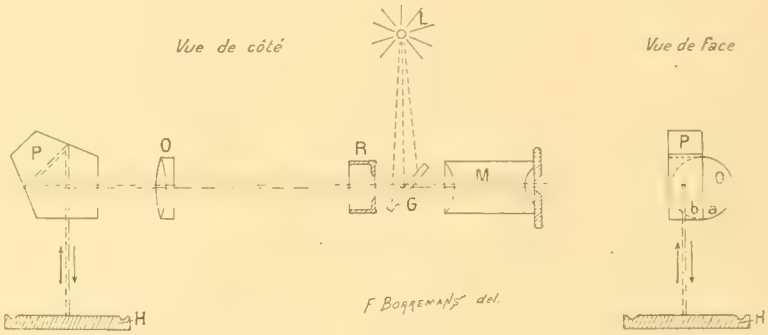


Fig. 3. — *Niveau autocollimateur à mercure.* — P, prisme à double réflexion intérieure; H, horizon à mercure; O, objectif; R, réticule; G, miroir; L, source lumineuse; M, lunette.

§ 3. — Nivellements de haute précision[1].

Les nivellements de précision qui se poursuivent normalement et avec activité dans tous les pays montrent que partout le niveau des mers est sensiblement le même. Aux États-Unis notamment, où les nivellements partant de l'Atlantique ont atteint le Pacifique, on a observé seulement une différence de niveau de 187 millimètres entre les deux océans et une différence de 38 millimètres entre l'Atlantique nord et le Golfe du Mexique.

On avait remarqué, depuis quelques années, que les médimarémètres donnaient, par comparaison avec les maréographes, des niveaux moyens systématiquement trop bas de deux centimètres environ. M. l'Ingénieur des Mines Lallemand, Directeur du nivellement général de la France, a donné l'explication de ce fait, dont la cause a été récemment mise en évidence à la suite d'une judicieuse observation de M. Prévot, Ingénieur du Service du nivellement général. Elle réside dans l'entraînement d'une petite quantité d'eau par la sonde qui sert à enregistrer journellement la hauteur d'eau dans le médimarémètre. Cette sonde, quand on la retire, entraîne, en effet, un certain volume d'eau, dont une partie seulement retombe dans le tube. Le niveau de l'eau dans le médimarémètre se trouve ainsi déprimé d'une petite quantité, et l'intervalle de temps de vingt-quatre heures qui s'écoule entre les deux plongées successives de la sonde est insuffisant pour permettre la rentrée d'eau équivalente à travers le vase poreux. Le niveau dans le médimarémètre baisse donc graduellement jusqu'au moment où l'équilibre entre la perte provenant de l'eau entraînée par la sonde et le gain provenant de la rentrée correspondante à travers le vase poreux sera établi. Cette valeur limite de la dépression, sensiblement proportionnelle au module d'amortissement de l'appareil, varie de deux à trois centimètres. On pourra donc corriger dorénavant cette erreur, connaissant le module d'amortissement des divers médimarémètres.

Les instruments actuellement employés appartiennent aux types connus dans lesquels l'horizon est défini par le plan tangent à la partie supérieure de la bulle du niveau. M. l'Ingénieur hydrographe Driencourt a présenté à la Conférence un modèle d'instrument de nivellement entièrement nouveau, où l'horizon est défini par la surface libre d'un bain de mercure. Le principe est analogue à celui de l'astrolabe à prisme et l'instrument se compose (fig. 3) : 1° d'un prisme P, à double réflexion intérieure, dont les faces réfléchissantes étamées font entre elles un angle de 45° ; 2° d'un horizon à mercure H placé au-dessous ; 3° d'une lunette dont l'axe optique est situé dans une section droite du prisme. Le réticule R, situé au foyer de l'objectif O, peut

[1] M. l'Ingénieur en chef des Mines Lallemand, directeur du Nivellement général de la France, rapporteur.

être éclairé par une source lumineuse latérale L, qui envoie un faisceau de rayons suivant l'axe de la lunette M par l'intermédiaire du miroir G incliné à 45°. Il est facile de voir sur la figure, en suivant la marche des rayons, que ceux-ci, après réflexion dans le prisme et sur le bain de mercure, viendront former dans le plan du réticule une image de la croisée des fils de ce dernier, et que l'axe optique de la lunette sera rigoureusement horizontal quand on aura assuré la coïncidence de la croisée des fils et de son image. Le prisme ne couvre qu'une moitié de l'objectif, ainsi qu'on le voit sur la figure ; on peut donc voir simultanément les divisions d'une mire et le réticule, c'est-à-dire faire la lecture d'une nivellée à l'instant précis de la coïndence du fil horizontal et de son image. M. Driencourt a donné à son instrument le nom de niveau autocollimateur à horizon de mercure. Cet instrument, s'il est reconnu pratique à l'usage, pourra être appelé à augmenter la précision des nivellements primordiaux.

§ 4. — Les mesures de l'intensité de la pesanteur[1].

Les déterminations de l'intensité de la pesanteur sur les continents au moyen du pendule n'ont fait aucun progrès notable nouveau ; M. Helmert, Directeur de l'Institut Géodésique Prussien et du Bureau Central de l'Association Géodésique Internationale, a fait ressortir l'importance capitale de la valeur de g adoptée pour les stations principales auxquelles se rattachent dans les divers pays les observations relatives. Il a mis en évidence, il y a déjà quelques années, une cause d'erreur provenant de la flexion des pendules, qui ne s'élimine ni par la réversion, ni par l'échange des couteaux, ni par l'emploi de deux pendules de même poids et de longueurs différentes ; les corrections dues à la flexion, qui peuvent affecter, suivant M. Helmert, la quatrième décimale de g, ne peuvent donc être négligées.

On a poursuivi pendant de longues années, à Potsdam, des recherches, qui viennent d'être terminées, dans le but de déterminer la valeur de l'intensité de la pesanteur avec 5 pendules battant la demi-seconde ; l'erreur ne paraît pas dépasser le 1/100.000 de la valeur de g. Cette évaluation de la précision est basée, tant sur l'accord des différents résultats isolés obtenus à Potsdam, que sur la valeurs des écarts qu'ils présentent par rapport aux valeur absolues obtenues par d'autres observateurs à diverses stations et qui ont pu être réduites à Potsdam avec toute la précision désirable.

On a entrepris, comme l'on sait, depuis 1900, des déterminations de l'intensité de la pesanteur à la surface des Océans, par une méthode basée sur la comparaison de la pression atmosphérique donnée par l'observation barométrique et de la valeur de cette même pression déduite de la température d'ébullition de l'eau, c'est-à-dire d'observations hypsométriques. Les tables hypsométriques donnent la hauteur de la colonne de mercure qui correspondrait à 45° de latitude et à l'altitude zéro ; si donc B^{φ}_{h} est la hauteur barométrique lue en un lieu de latitude φ et d'altitude h, où l'on a observé également le thermomètre hypsométrique, d'où l'on conclut B_0^{45}, on a la relation :

$$g^{\varphi}_{h} B^{\varphi}_{h} = g^{45}_{0} B^{45}_{0} .$$

ou, en appelant ε la correction barométrique au lieu d'observation :

$$g^{\varphi}_{h} B^{\varphi}_{h} = g^{45}_{0} \left(B^{\varphi}_{h} + \varepsilon \right)$$

et :

$$\varepsilon = B^{\varphi}_{h} \frac{g^{\varphi}_{h} - g^{45}_{0}}{g^{45}_{0}} .$$

La comparaison de la correction ainsi observée à la valeur de cette même correction calculée pour la latitude φ d'après une formule théorique, celle de M. Helmert, par exemple, permettra d'étudier les anomalies que présente la pesanteur observée par rapport à la pesanteur calculée.

M. le Professeur Hecker, chargé par l'Association Géodésique Internationale des observations de l'intensité de la pesanteur sur les Océans, a fait, depuis 1903, deux voyages dans le Pacifique, de Sydney à San-Francisco, et de San-Francisco à Yokohama, au cours desquels il a effectué de nombreuses déterminations par la méthode dont nous venons de parler. Il a rattaché les observations, comme cela avait été convenu à la suite de la Conférence de 1903, à un certain nombre de points continentaux, où l'on a déterminé la valeur de g par des observations précises, faites au moyen du pendule. Ce rattachement est indispensable, afin de pouvoir calculer certaines constantes qui entrent dans la formule de réduction dont se sert M. Hecker.

Les observations mettent en évidence que la valeur de l'intensité de la pesanteur sur le Pacifique suit, d'une façon générale, la loi normale exprimée par la formule de M. Helmert.

On a constaté cependant certaines anomalies; des écarts positifs considérables (0 cm. 250 environ) se manifestent dans le voisinage de l'île d'Oahu, l'une des Sandwich, et aussi à l'extrémité nord de la Nouvelle-Zélande ; un écart négatif de même valeur existe au-dessus de la fosse profonde qui se trouve au bas des îles Tonga, tandis qu'un écart positif se manifeste sur le plateau élevé situé au sud de ces

[1] M. Helmert, Directeur de l'Institut géodésique prussien et du Bureau Central de l'Association, rapporteur.

mêmes îles. Il y a donc des répartitions de masses qui restent encore à étudier.

M. Hecker emploie pour ses déterminations un appareil composé de cinq baromètres et de six hypsomètres; l'enregistrement des hauteurs barométriques, qui doivent être connues à quelques microns près, se fait photographiquement, et l'observateur estime que la précision de la détermination de la variation de g est de l'ordre de quelques unités de la quatrième décimale.

§ 5. — Les études sur les variations de la pesanteur et sur la courbure du géoïde[1].

Les observations de l'intensité de la pesanteur au moyen du pendule sont, jusqu'à présent du moins, dans l'impossibilité à peu près complète de déceler les variations très faibles de g dans un périmètre restreint. L'appareil est d'installation assez délicate, et la détermination comporte la connaissance essentielle de deux éléments : une longueur et une durée, dont le dernier nécessite soit l'installation de la station à proximité d'un établissement possédant un garde temps de marche connue avec précision, soit des observations astronomiques directes, assez longues, qui compliquent encore les expériences.

Les composantes de la pesanteur en un point de la Terre suivant trois axes de coordonnées passant par ce point sont les dérivées premières de la fonction potentielle des masses terrestres et de la force centrifuge :

$$U = V - \frac{\omega^2}{2}(x^2 + y^2 + z^2),$$

x, y, z étant les coordonnées du point, V la fonction potentielle des masses terrestres et ω la vitesse de rotation de la Terre. Les neuf dérivées secondes de cette fonction expriment donc les variations des composantes de la pesanteur, et leur connaissance permet également de calculer différents autres éléments qui en sont fonction, tels que les courbures des différentes sections normales du géoïde, celle de la ligne de force de la pesanteur, la variation de la direction du fil à plomb avec la hauteur. On voit combien est vaste le champ d'explorations qui résulte de ces indications.

M. le baron Eötvös, professeur à l'Université de Buda-Pest, a imaginé, il y a une dizaine d'années, un appareil qu'il a perfectionné et amené actuellement à une forme tout à fait pratique en campagne. C'est une balance de torsion convenablement disposée, et comme, dans un champ de force variable, la pesanteur aux divers points n'est pas la même qu'au centre de gravité autour duquel se font les oscillations, il en résulte des couples qui tordent le fil; l'instrument, par une série d'observations simples, permet la détermination précise des quantités :

$$\frac{d^2V}{dy^2} - \frac{d^2V}{dx^2}, \quad \frac{d^2V}{dxdy}, \quad \frac{d^2V}{dydz} \text{ et } \frac{d^2V}{dxdz}.$$

L'analyse mathématique des conditions d'équilibre de la balance de torsion conduit, en effet, à des équations desquelles on tire les valeurs de ces quantités, connaissant : 1° la durée d'oscillation de la balance, qui s'obtient par l'observation et ne nécessite que l'aide d'un chronomètre; 2° la constante de l'instrument, déterminée une fois pour toutes par l'observation de la torsion produite par l'attraction de masses connues. Tout l'appareil est enfermé dans une cage de laiton à doubles parois, de façon à ce que les changements de température se fassent autant que possible sentir uniformément dans l'intérieur et n'y occasionnent aucun courant d'air. On cherche naturellement à avoir une durée d'oscillation des barres aussi longue que possible, afin d'augmenter la sensibilité de l'instrument et la précision des observations; cette durée, dans les instruments actuellement en usage, est de 600 à 1.200 secondes. La cage tout entière peut tourner autour d'un axe vertical; un limbe gradué et une alidade, qui font partie du système, font connaître la direction du plan d'expérience par rapport à une origine.

M. Eötvös a fait au moyen de ses appareils de nombreuses études des variations de la pesanteur dans certaines régions de la plaine hongroise.

Il a, en particulier, étudié l'anomalie que présente le plateau du Saghegy, tronc de cône d'origine volcanique de 1.600 mètres de circonférence à la base, de 200 mètres au sommet et de 150 mètres d'altitude, qui émerge de la plaine près de Kis-Czell, dans la partie occidentale de la Hongrie. Ce plateau présente des anomalies singulières et d'un ordre de grandeur tout à fait inusité (fig. 4); elles avaient déjà été signalées par le Colonel von Sterneck, qui y avait déterminé l'intensité de la pesanteur en deux stations, mais n'avait pu étendre son étude en raison des difficultés que présentent les observations au moyen du pendule.

M. Eötvös a opéré en six stations et a obtenu les résultats ci-dessous :

	VARIATION de la pesanteur dans la surface de niveau ou $\frac{dg}{ds}$	DIRECTION de l'accroissement de g, comptée du Nord vers l'Est
	—	—
1.	88.2×10^{-9}	— 90°2
2.	668.7×10^{-9}	+ 28°1
3.	907.4×10^{-9}	— 100°5
4.	183.2×10^{-9}	— 165°4
5.	96.8×10^{-9}	— 153°9
6.	101.0×10^{-9}	— 10°4

[1] Rapport de M. Eötvös, professeur à l'Université de Buda-Pest, et communication de M. Brillouin, professeur au Collège de France.

Les appareils de M. Eötvös sont actuellement d'un maniement et d'un transport si faciles qu'il a pu, depuis quatre ans, poursuivre ses études en trois cents stations différentes. Tout récemment, il a exploré les environs de Versecz, les monts Fruskagora et le lac Balaton; il n'a malheureusement pu donner à la Conférence les résultats de ses derniers travaux, car les calculs n'en sont pas encore entièrement terminés.

M. Brillouin, professeur au Collège de France, a entrepris des études analogues et donné à l'appareil de M. Eötvös une forme particulièrement adaptée aux mesures rapides; il a, de plus, imaginé une méthode optique extrêmement ingénieuse pour la mesure des petits angles qui permet l'évaluation précise d'une fraction de seconde d'arc.

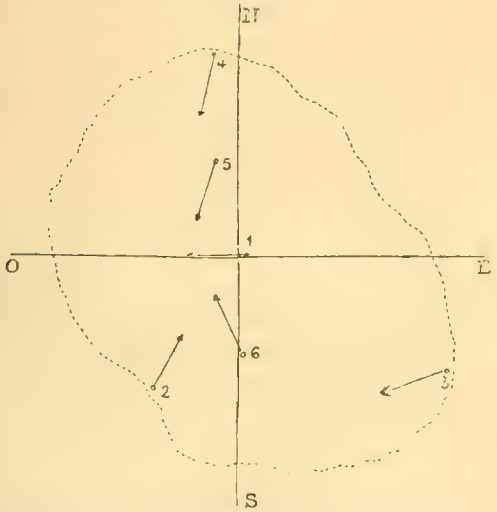


Fig. 4. — *Plateau du Saghegy (Hongrie) avec l'emplacement des six stations où a observé M. Eötvös.* — La flèche indique la direction de l'accroissement de la pesanteur.

M. Brillouin détermine ainsi la différence des courbures principales du géoïde et leur direction. Il a pu, en 1906, mettre à profit l'interruption de cinq jours dans les travaux du tunnel du Simplon qui avait été consentie pour la mesure de la base géodésique, et faire dans ce tunnel une série de déterminations excessivement intéressantes; ses observations, au nombre de seize, montrent que l'ellipticité du géoïde dans la région explorée dépasse de 50 à 100 fois celle de l'ellipsoïde; elle est très variable en grandeur et en direction dans l'intérieur du tunnel, et très différente de ce qu'elle est à l'extérieur.

§ 6. — Etude du géoïde par le Coast and Geodetic Survey aux États-Unis [1].

Le Coast and Geodetic Survey avait présenté à la précédente Conférence de l'Association géodésique internationale, en 1903, une étude des formes du géoïde aux États-Unis, en partant des nombreuses observations de déviations de la verticale obtenues en cinq cent sept stations au cours des opérations géodésiques. Une méthode graphique ingénieuse avait permis de tracer sur une carte topographique les courbes de contour du géoïde, et leur étude attentive avait déjà amené les géodésiens américains à conclure que les déviations de la verticale sont produites en général par les excès et les défauts de masse correspondant aux inégalités de la surface terrestre jusqu'à plusieurs centaines de kilomètres de la station, plutôt qu'uniquement par les excès et les défauts de masse existant à courte distance.

Cette étude n'a été considérée par le Coast and Geodetic Survey que comme un premier pas dans ses recherches et comme une sorte de reconnaissance préalable du problème.

Au cours des trois dernières années, MM. Tittmann, superintendant du Service, et Hayford, inspecteur des travaux géodésiques et chef du bureau des calculs, ont cherché à utiliser les nombreuses données qu'ils possèdent pour étudier le plus ou moins bien fondé de l'hypothèse de la compensation en profondeur des masses terrestres (hypothèse isostatique) et, dans le cas où celle-ci semblerait être confirmée par l'ensemble des observations, de rechercher à partir de quelle profondeur on peut supposer que la compensation est parfaite.

Les coordonnées géodésiques des sommets d'une triangulation sont calculées en partant de celles d'un point initial, au moyen de formules établies pour un certain ellipsoïde de référence. Si l'on détermine astronomiquement, à titre de vérification, les coordonnées et un azimut en quelques-uns de ces points géodésiques, on constate d'ordinaire, entre les résultats du calcul et ceux de l'observation directe, un écart pouvant s'élever jusqu'à quelques dizaines de secondes et qui, interprété géométriquement, indique que la verticale vraie ne coïncide pas avec la verticale théorique. Parmi les causes qui peuvent amener cette discordance, il y en a deux qui s'offrent immédiatement à l'esprit: la direction de la pesanteur peut être influencée par des attractions provenant de l'inégale répartition des masses autour de la station, ou bien encore il peut y avoir des erreurs dans les coordonnées initiales ou dans les dimensions admises pour l'ellipsoïde de référence.

Dans l'hypothèse de la compensation isostatique parfaite, on admet que tout excès de masse, montagne ou continent, formant bosse, est compensé par un défaut de densité existant à la surface même

[1] Rapport de M. Hayford, Inspecteur des travaux géodésiques et chef du Bureau des Calculs du Coast and Geodetic Survey.

du géoïde, et inversement que tout défaut de masse, formant creux, est compensé par un excès de densité du fond. Il ne peut donc, ici, y avoir de déviation du fait de masses en excès ou en défaut autour de la station; le désaccord constaté entre les coordonnées géodésiques et astronomiques ne peut provenir que de la deuxième cause ou d'autres causes encore insoupçonnées.

Si, au contraire, il n'y a aucune compensation, les attractions topographiques exerceront tout leur effet. Celui-ci peut se calculer, et, si l'on retranche cette valeur de la discordance entre les coordonnées, le résidu pourra être considéré comme provenant des erreurs dans les coordonnées initiales, dans les dimensions de l'ellipsoïde de référence ou de causes inconnues. Le cas sera analogue si l'on admet qu'il existe une compensation des excès et des défauts de masse, non pas immédiatement à la surface du géoïde ou au fond même des océans, mais se répartissant sur une certaine profondeur, d'une centaine de kilomètres, par exemple ; seulement, il faudra, dans le calcul de la part des discordances revenant aux attractions topographiques, tenir compte de l'hypothèse que l'on aura adoptée. Les diverses stations astronomiques du réseau géodésique fourniront donc des équations de la forme :

$$A(d\varphi) + B(d\lambda) + C(d\alpha) + D(da) + E(de^2) + K = R,$$

$d\varphi$, $d\lambda$, $d\alpha$, da et de^2 étant les corrections cherchées, aux coordonnées du point origine et aux éléments de l'ellipsoïde, K la discordance connue par les observations entre les coordonnées astronomiques et géodésiques en chaque station, corrigée ou non de la valeur des attractions topographiques suivant l'hypothèse adoptée, et R le résidu encore inconnu provenant des causes insoupçonnées. On déterminera, au moyen de l'ensemble de ces équations, les valeurs des corrections en appliquant la méthode des moindres carrés, c'est-à-dire en rendant minimum la somme des carrés des résidus.

Les géodésiens américains ont envisagé cinq hypothèses.

La solution 1 correspond à la compensation isostatique parfaite ; les termes K sont intégralement conservés. Dans la solution 2, les termes K sont corrigés de l'attraction topographique, calculée par un procédé graphique très ingénieux et très rapide, dans un rayon de 4.127 kilomètres autour de la station ; c'est la solution qui correspond à l'hypothèse où il n'y a aucune espèce de compensation isostatique. Dans les solutions 3, 4 et 5, les termes K sont corrigés de l'attraction calculée dans l'hypothèse que la compensation isostatique existe et est complète à la profondeur de 162 kilom. 2 pour la solution 3, de 120 kilom. 9 pour la solution 4 et de 113 kilom. 7 pour la solution 5 ; on a admis, de plus, pour la simplification des calculs, que la compensation était uniformément répartie sur ces profondeurs. Les valeurs en kilomètres adoptées comme profondeur de compensation sont basées

TABLEAU I. — *Valeurs admises du grand axe et de l'aplatissement de la Terre.*

	RAYON équatorial	RAYON polaire	APLATISSEMENT
Bessel, 1841 . . .	6.377.397	6.356.079	$\frac{1}{299.2}$
Clarke, 1866 . . .	6.378.206	6.356.584	$\frac{1}{294.9}$
Clarke, 1880 . . .	6.378.249	6.356.515	$\frac{1}{293.5}$
Helmert, 1893 . .	6.378.035	6.356.715	$\frac{1}{299.2}$

sur les résultats d'une étude préalable de la question.

On a calculé ainsi, pour les cinq hypothèses, des corrections qui ont permis tout d'abord de comparer les valeurs corrigées du grand axe et de l'aplatissement aux valeurs actuellement admises à la suite de la discussion de l'ensemble de tous les arcs méridiens mesurés et qui sont résumées dans le tableau I.

Puis l'on a calculé les résidus des équations et, par la comparaison des différentes valeurs obtenues pour la somme de leurs carrés, on s'est fait une

TABLEAU II. — *Valeurs du grand axe et de l'aplatissement de la Terre résultant de diverses hypothèses.*

	RAYON équatorial	RAYON polaire	APLATISSEMENT	CARRÉ des résidus
Solution 1 (Compensation parfaite à l'altitude de 0) . .	6.377.945m	6.356.435m	$\frac{1}{296.5}$	13.837
Solution 2 (rigidité complète)	6.383.096	6.359.344	$\frac{1}{298.7}$	65.104
Solution 3 (compensation à 162k2). . .	6.378.428	6.357.006	$\frac{1}{297.7}$	8.174
Solution 4 compensation à 120k9 . . .	6.378.204	6.356.890	$\frac{1}{297.9}$	7.987
Solution 5 (compensation à 113k7) . .	6.378.282	5.356.868	$\frac{1}{297.8}$	7.983

idée de la probabilité plus ou moins grande de chaque hypothèse, en admettant que la solution la plus voisine de la vérité devait être celle où la somme des carrés des résidus est la plus petite.

Le tableau II donne, pour chacune des hypo-

thèses, les valeurs du rayon équatorial, du rayon polaire, de l'aplatissement et de la somme des carrés des résidus.

L'examen des nombres ci-dessus montre nettement que l'hypothèse de la non existence d'une compensation est loin de la vérité. La somme des carrés est huit fois plus forte que dans les solutions 3, 4 et 5, et les valeurs corrigées des rayons polaire et équatorial sont inadmissibles.

L'hypothèse de la compensation isostatique parfaite à la surface de niveau zéro donne, pour somme des carrés des résidus, une valeur qui est trop forte, quand on la compare à celles obtenues dans les hypothèses 3, 4 et 5, pour que cette solution puisse être retenue.

Il semble donc que l'on doit admettre l'existence de la compensation isostatique réalisée sur une profondeur d'environ 114 kilomètres en dessous de la surface.

A la suite d'une discussion très approfondie des résultats fournis par les calculs dont on vient d'esquisser la marche, le Coast and Geodetic Survey a adopté les valeurs suivantes pour l'ellipsoïde de référence, comme étant celles qui s'adaptent le mieux à la région des Etats-Unis :

Rayon équatorial	$6.378.283^{m} \pm 34$
Rayon polaire	6.356.868
Aplatissement	$\frac{1}{297,8 \pm 0,9}$

II. — Astronomie.

§ 1. — Variabilité des latitudes.

Dans le domaine de l'Astronomie, nous avons à signaler en premier lieu la continuation des travaux entrepris depuis quinze ans pour l'étude de la variabilité des latitudes. Les stations astronomiques chargées de cet important service sont plus nombreuses qu'en 1903 et comprennent actuellement en plus deux nouvelles stations dans l'hémisphère austral; en outre, les Observatoires de Leyde, de Poulkovo et de Tokio coopèrent également à ces travaux et vont être suivis, à partir de cette année, par l'Observatoire de Johannesburg dans l'Afrique méridionale.

En résumé, les observations se font en six stations situées sur le parallèle Nord de 39°8, en deux stations situées sur le parallèle Sud de 31°55, et enfin en trois observatoires situés par $+59°16'$, $+52°9'$ et $+35°49'$. Les résultats obtenus pendant ces trois dernières années sont en concordance avec ceux qu'on a obtenus précédemment; le mouvement du pôle est incontestable, très faible il est vrai (0″2 environ), et d'une période qui paraît être de quatorze mois.

§ 2. — Emploi de la télégraphie sans fil dans la détermination des différences de longitude[1].

On a fait en Allemagne, en 1906, au cours de la différence de longitude Postdam-Brocken, un essai d'emploi de la télégraphie sans fil pour l'échange des signaux, lequel a très bien réussi. Afin de se rendre compte d'une façon aussi précise que possible de la valeur des résultats obtenus par le nouveau procédé, l'opération était faite en même temps par les moyens ordinaires de la télégraphie aérienne, et l'on n'a constaté aucune erreur systématique dans la détermination de la différence d'heure des stations par chacun des deux systèmes employés; les écarts entre ces deux déterminations ne dépassent pas $0^{s},003$. Ce résultat, ainsi que l'a fait remarquer le rapporteur M. Albrecht, est très important, car la télégraphie sans fil diminuera dans une assez grande proportion les frais des différences de longitudes, permettra de s'affranchir des lignes aériennes, et enfin donnera la possibilité de faire simultanément un grand nombre de différences par rapport à un point central unique.

§ 3. — Emploi du téléphone et suppression du chronographe dans les différences de longitudes[2].

L'Observatoire de Montsouris a entrepris, au printemps de 1903, sous la direction de M. le Commandant Guyou, la détermination de la différence de longitude Paris-Brest, en utilisant l'astrolabe à prisme pour les observations d'heure en chaque station, le téléphone et une méthode des coïncidences très ingénieuse pour l'échange des signaux. Nous n'entrerons dans aucun développement au sujet de l'astrolabe à prisme, dont la *Revue* a déjà entretenu ses lecteurs.

Mais nous donnerons quelques détails sur la méthode employée dans l'échange des signaux, en raison des simplifications qu'elle introduit dans le matériel nécessaire pour les opérations si compliquées des déterminations de longitude et aussi de la haute précision dont elle est susceptible.

Dans la méthode ordinaire avec emploi du chronographe, les secondes de l'horloge locale s'enregistrent automatiquement sur une bande de papier sur laquelle, par une disposition spéciale, s'inscrivent aussi simultanément à chaque station les signaux d'échange. En relevant un de ces signaux par rapport à la seconde la plus proche, on obtient en chaque station l'heure de l'instant de la production du signal[3], d'où, par différence, une valeur de la différence de longitude.

[1] M. Albrecht, chef de Section à l'Institut géodésique prussien, rapporteur.

[2] Communication de M. l'Ingénieur hydrographe en chef Driencourt.

[3] En admettant que le signal produit à la station A soit

Supposons qu'à la station A on emploie une horloge de temps sidéral et à la station conjuguée B une horloge de temps moyen, et qu'au lieu d'envoyer des signaux d'échange ordinaires la station B puisse faire enregistrer pendant un certain temps, sur la bande de la station A, les battements de son horloge. En raison de la différence de durée des secondes de temps sidéral et de temps moyen, qui sont entre elles dans le rapport de $\frac{86.164}{86.400}$, les coches seront en coïncidence à un certain instant, puis s'écarteront progressivement de $\frac{1}{366}$ de seconde à chaque coche successive, pour se retrouver de nouveau en coïncidence au bout de six minutes six secondes. On prendrait dans ces conditions comme instant de comparaison des horloges celui où les secondes battues par chaque garde temps coïncident, en remarquant qu'une erreur de 3 secondes sur l'estimation de l'instant de la coïncidence n'entraînera qu'une erreur inférieure à $\frac{1}{100}$ de seconde sur ce que l'on pourrait appeler, par analogie avec la méthode ordinaire, le relevé du signal d'échange. On conçoit dès lors facilement que l'on puisse remplacer le chronographe par le téléphone, à condition qu'il soit possible, à un moment donné, à l'observateur de la station A par exemple, d'écouter simultanément dans son récepteur le battement de son horloge propre et celui de l'horloge de la station B. L'observateur B devra naturellement opérer de même ensuite, afin que l'on puisse, comme d'habitude, croiser les observations.

Dans la différence de longitude Paris-Brest, on a employé deux chronomètres, l'un de temps moyen, l'autre de temps sidéral, battant la demi-seconde et se retrouvant, par conséquent, en coïncidence toutes les trois minutes environ. Sur la glace même de chacun des deux instruments était placé un microphone Hughes intercalé dans le primaire d'une bobine d'induction dont les extrémités du secondaire étaient rattachées aux bornes de la ligne téléphonique; les observateurs des deux stations percevaient ainsi simultanément les battements des deux chronomètres; de plus, une résistance variable, introduite dans le primaire de la station où l'on veut effectuer les comparaisons, permettait à l'observateur d'égaliser l'intensité des battements de son instrument avec l'intensité de ceux de l'instrument de la station voisine. Les coïncidences ont été observées avec une très grande précision, ainsi que le montre le tableau ci-dessous, qui donne, pour la station de Brest, les écarts entre la moyenne de deux ou trois coïncidences prises par deux observateurs différents :

	OBSERVATEUR A	OBSERVATEUR B	DIFFÉRENCE
	—	—	—
11 avril.	0s034[1]	0s043	+ 0s011
12 avril.	0,013	0,020	— 0,007
13 avril.	0,035	0,040	— 0,005
16 avril.	0,023	0,017	+ 0,006
17 avril.	0,035	0,030	+ 0,005

La nouvelle méthode, en raison des simplifications qu'elle apporte dans l'installation des stations, surtout si l'on y adjoint la détermination de l'heure locale au moyen de l'astrolabe à prisme, dont l'emploi n'exige ni cabane, ni pilier, sera certainement employée toutes les fois que les lignes télégraphiques permettront l'échange de communications téléphoniques.

III. — Conclusions.

Cet exposé sommaire des principales questions traitées à la Conférence de Buda-Pest fera ressortir, nous l'espérons, combien les études géodésiques continuent à prendre de l'essor; mais il faudrait, pour être complet, pouvoir faire partager au lecteur l'impression qui s'est dégagée des séances et de la discussion des rapports; c'est incontestablement celle de l'existence d'efforts considérables et bien coordonnés, en vue d'arriver à un même but.

Nous ne saurions terminer cet article sans mentionner l'accueil qui a été fait à l'Association géodésique Internationale dans la capitale de la Hongrie par S. A. R. l'archiduc Joseph au nom du Roi, par les ministres du royaume, le bourgmestre de Buda-Pest, les notabilités scientifiques et tout spécialement par M. Bodola de Zagon, professeur à l'Ecole Polytechnique, délégué du Gouvernement hongrois auprès de l'Association Géodésique, qui s'est multiplié pour rendre agréable à ses collègues leur séjour à Buda-Pest. Quant aux délégués français, ils ne sauraient oublier l'amabilité avec laquelle ils ont été reçus par M. de Fontenay, Consul général de France.

L^t-C^l R. Bourgeois,

Membre correspondant du Bureau des Longitudes,
Chef de la Section de Géodésie
au Service Géographique de l'Armée.

instantanément transmis et enregistré à la station B : dans la pratique, on élimine l'erreur provenant de la non instantanéité en croisant les échanges de signaux.

[1] Pour plus de simplicité, on a supprimé le nombre des heures, minutes et secondes.

L'OSTRÉICULTURE DANS LE MORBIHAN

L'exécution d'une carte générale ostréicole des côtes de France, dont j'ai entrepris la publication en collaboration avec l'un de mes élèves, M. Guérin, m'a conduit l'année dernière à visiter en détail les côtes du Morbihan.

Il m'a semblé que les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* prendraient quelque intérêt à connaître les méthodes actuellement employées dans l'industrie ostréicole de cette région et les faits biologiques ou océanographiques sur lesquels elles sont basées.

I

Les rivières du Morbihan et le bassin d'Arcachon produisent la presque totalité des jeunes huîtres destinées à être élevées sur place, ou transportées sur d'autres points du littoral français, ou enfin exportées à l'étranger, notamment en Angleterre et en Belgique. On peut estimer à environ deux cent millions les jeunes huîtres livrées à l'élevage chaque année par les parqueurs du Morbihan. Cette industrie est donc considérable et donne lieu à un commerce fort important.

La zone littorale du Morbihan est presque tout entière occupée par les huîtrières, qui commencent un peu au-dessus de l'embouchure de la Vilaine pour s'étendre au delà de Port-Louis; mais ces huîtrières ne sont pas placées directement sur la côte : elles sont abritées dans les rivières et les golfes qui viennent y déboucher; ce sont, de l'Est à l'Ouest, les rivières de Penerf, d'Auray, le golfe (ou mer) du Morbihan, les rivières de Saint-Philibert, de Crac'h (ou de la Trinité), d'Etel, de Blavet. Nous laisserons de côté la rivière de Penerf et le Blavet qui sont de médiocre importance.

Il faut tout d'abord s'entendre sur ce terme de *rivière*. On pourrait croire que les huîtrières sont placées dans les embouchures de cours d'eau d'une certaine importance et que le volume d'eau douce qui vient se mêler à l'eau de mer est un facteur sérieux dans la biologie des huîtres.

Ces rivières sont bien plutôt des golfes, des sortes de fiords anfractueux, peu profonds, aux berges élevées dans leur partie supérieure, basses et sablonneuses près du rivage, et suivant probablement une formation géologique particulière, car elles sont toutes sensiblement parallèles. Ce sont de grandes cassures découpant profondément la côte, généralement basse et couverte de dunes, qui font pénétrer la mer fort loin dans l'intérieur des terres. Tout au fond de ces découpures viennent se jeter de petits ruisseaux qui apportent une quantité d'eau douce tout à fait négligeable. Tel est le cas de la rivière d'Auray, au fond de laquelle se jette le Loch, qui n'est qu'un mince ruisseau. La rivière de Crac'h est tout à fait analogue; celle de Saint-Philibert est plutôt un petit golfe. La rivière d'Etel est, en réalité, un golfe intérieur communiquant avec la mer par une étroite ouverture, à contour très anfractueux, parsemé d'îlots et de presqu'îles; c'est, en plus petit, la même structure que la mer intérieure du Morbihan. La carte ci-jointe (fig. 1) montre cette structure.

La plupart de ces rivières, et notamment celle d'Auray, sont extrêmement pittoresques et renferment des sites de toute beauté.

A cette côte, entre la rivière de Crac'h et celle d'Etel, est attachée, par une très étroite langue de sable, la presqu'île de Quiberon, qui ne possède pas d'huîtrières en raison de la violence de la mer qui la bat, mais protège toute la côte d'Auray des tempêtes du large.

L'industrie ostréicole de toute cette région, qui correspond au quartier maritime d'Auray, s'exerce exclusivement sur l'huître proprement dite, *Ostrea edulis*. Les parqueurs et l'Administration veillent avec un soin jaloux à ce qu'aucune huître portugaise (*Gryphæa angulata*) ne soit introduite dans leurs rivières.

On craignait autrefois l'hybridation entre les deux espèces, et, par conséquent, la perte de l'huître native; on sait aujourd'hui que ces deux mollusques ont un mode de reproduction très différent, qui exclut toute possibilité de croisement. Ce qui serait à craindre, c'est que les huîtres portugaises ne s'installent dans les rivières du Morbihan comme elles l'ont fait au nord de la Gironde, où elles chassent de plus en plus l'huître locale; par leur rusticité, leur vitalité, leur fertilité, elles auraient vite fait de prendre toute la place et d'exclure l'huître armoricaine. Jusqu'à présent, rien de tel ne s'est produit, quoique de temps à autre on trouve quelques individus isolés qui sont immédiatement détruits.

Le fond du chenal des rivières d'Auray et de Crac'h est occupé par des bancs naturels d'huîtres, qui formaient autrefois un tapis continu depuis l'embouchure jusqu'au point où la marée cesse de se faire sentir. Il en était de même autrefois dans la rivière de Saint-Philibert et dans la mer du Morbihan ; mais diverses causes, parmi lesquelles il faut citer en première ligne l'abus de la drague, ont anéanti ces deux derniers bancs.

Quant à ceux d'Auray et de Crac'h, ils tendent à se restreindre de plus en plus ; la partie inférieure de ces bancs, celle qui est la plus voisine de la mer, est extrêmement appauvrie et même a disparu totalement sur de larges surfaces ; en d'autres points, les bancs diminuent de vitalité d'année en année.

Des règlements récents permettent cependant d'espérer une amélioration ; la drague n'est permise que pendant quelques jours par an, et pendant une heure seulement chacun de ces jours. En outre, les bancs sont divisés en sections auxquelles, suivant un roulement, on ne touche que tous les trois ans.

Mais il faut compter avec les ennemis naturels des huîtres, et surtout avec les pillards qui, malgré l'active surveillance de l'inspection des pêches, font des ravages considérables, sachant bien qu'ils en seront quittes pour quelques francs d'amende. Ces pillards, qui viennent surtout de la rivière de Vannes dans des barques grossières, mais très maniables, sont connus dans le pays sous le nom de *synagots*.

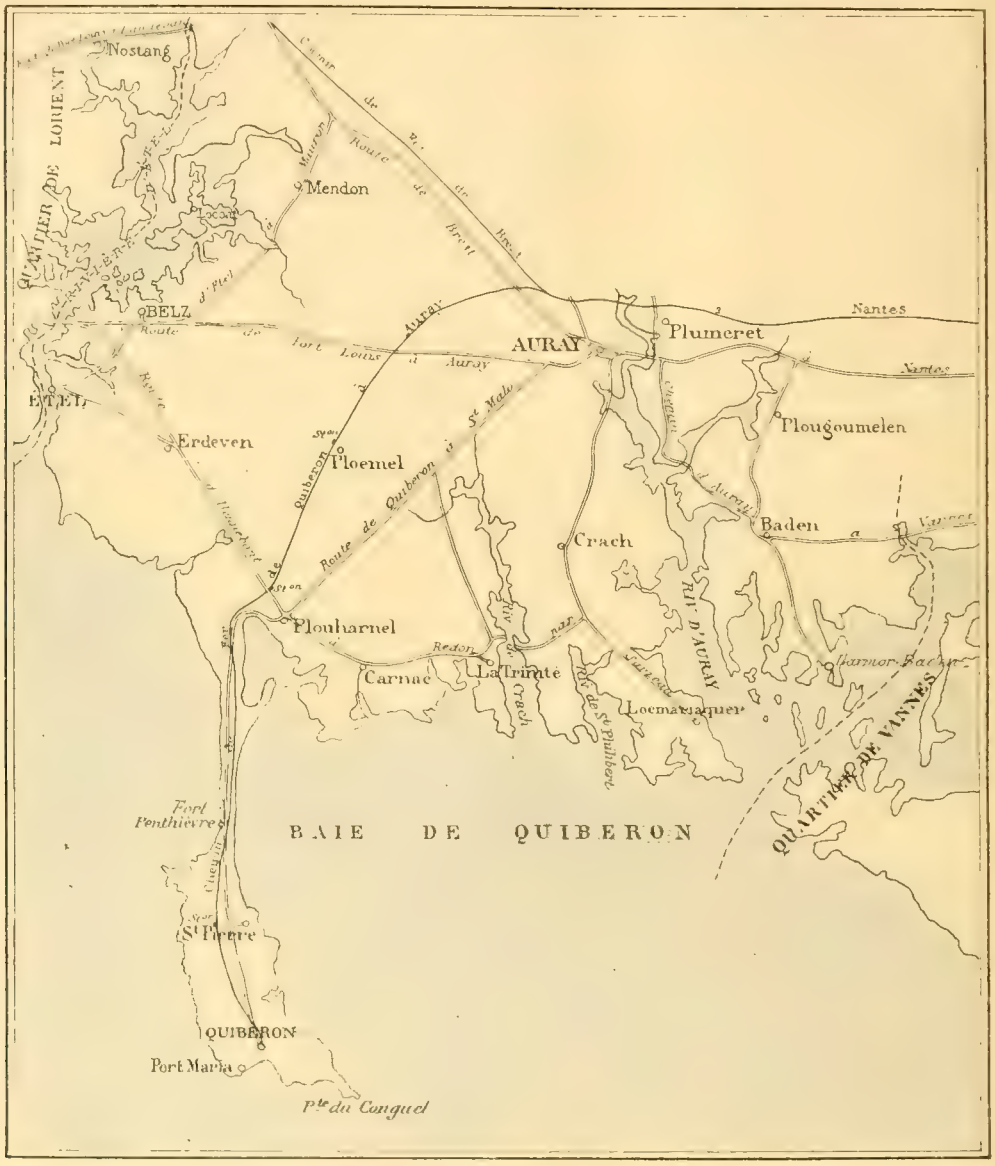


Fig. 1. — *Carte de la région des rivières du Morbihan où sont installés les bancs d'huîtres naturels et les établissements ostréicoles.*

Il existe encore en pleine mer, au large du fort Penthièvre, dans la baie de Quiberon, un banc naturel qui n'est malheureusement pas classé par l'Administration ; aussi les dragueurs ne le laissent-ils guère en repos. C'est un état de choses fâcheux, car, si l'appauvrissement des bancs de rivières venait à s'accentuer, il y aurait là une réserve

considérable qui permettrait de les reconstituer avec des huîtres du pays.

La drague des bancs naturels dans les rivières produisait autrefois une quantité considérable d'huîtres, qui, en 1878, a atteint pour la seule rivière d'Auray plus de 27 millions d'individus, vendus 427.000 francs, partagés entre 2.300 inscrits maritimes. Aujourd'hui, après une chute régulière, 200 inscrits environ pêchent 2 millions d'huîtres qui ne valent pas 10.000 francs. L'appauvrissement des bancs, la diminution de valeur des huîtres de drague, par suite de la surproduction des huîtres d'élevage dont la qualité est préférable, ont amené ce résultat. Il serait facile actuellement, sans trop faire crier les électeurs, de supprimer la drague régulière et de l'autoriser seulement lorsqu'il aura été reconnu qu'un banc a besoin d'être nettoyé.

II

Le rôle principal, qui devrait être le seul, des bancs naturels est de fournir les huîtres mères, dont les œufs et les embryons donnent les jeunes huîtres appelées *naissain*. Toute l'industrie ostréicole consiste à récolter ce naissain, à le soigner et à le conduire jusqu'à la taille marchande, ce qui exige plusieurs années. Les huîtres *natives* des bancs naturels sont des reproducteurs fort actifs, car une huître adulte, ayant de cinq à six ans, donne près de deux millions d'embryons. Les œufs fécondés restent enfermés entre les lames du manteau et des branchies de la mère; ils sont tout d'abord blancs et produisent ce qu'on appelle les huîtres *laiteuses*; ils deviennent ensuite gris, puis ardoisés et ressemblent à de la cendre fine. Cette évolution dure en tout six à sept semaines. C'est à ce moment que l'huître, par des contractions brusques, chasse ses embryons sous forme d'un petit nuage grisâtre.

Cette reproduction se fait en été; c'est au mois de juin que les huîtres commencent à devenir laiteuses, et elles émettent leurs embryons du commencement de juillet au milieu d'août. Les variations dans l'époque où se fait l'émission des embryons oscillent dans un espace de quatre à cinq semaines, six au plus. Ces différences, qui paraissent tout d'abord insignifiantes, ont, au contraire, une grande importance, car les résultats que l'ostréiculteur attend de son travail dépendent de la connaissance exacte de l'époque de la maturité.

Dans une même localité, les pontes ne s'échelonnent pas. Au dire des ostréiculteurs, toutes les huîtres sont mûres à peu près à la même date. On a remarqué aussi que les huîtres lancent leurs embryons seulement au moment où la mer monte.

On surveille attentivement les huîtres pendant la période de reproduction; l'ostréiculteur doit, en effet, disposer ses appareils collecteurs à une époque aussi voisine que possible de la maturité des embryons. Or, l'opération de la pose des collecteurs est longue; elle ne peut se faire que pendant les jours de marée de quinzaine, durant les trois heures environ où la mer est assez basse pour que l'on puisse placer ces appareils assez près des chenaux. Si on laisse passer une marée, il faut attendre la suivante, soit un retard de quinze jours pendant lesquels l'émission du naissain peut avoir eu lieu.

On pourrait penser que l'ostréiculteur n'a qu'à placer ses collecteurs plus tôt et qu'il sera ainsi certain de ne pas manquer sa récolte. Il n'en est rien.

En effet, l'eau des rivières contient en suspension de fines particules de vase qui se déposent sur les collecteurs et les recouvrent, dans l'espace de dix à vingt jours, d'une sorte d'enduit gras sur lequel les jeunes huîtres ne peuvent pas se fixer; les embryons exigent, en effet, une surface solide et propre. Si les collecteurs sont posés trop tôt, on risque de voir d'autres amateurs de surfaces dures et propres profiter de l'aubaine et s'y fixer en foule; telles sont, par exemple, certaines Ascidies simples et composées que l'on appelle dans le pays des *polypes*. Ces Ascidies se reproduisent du milieu de juin au commencement de juillet, et, si l'on a déjà posé les collecteurs à cette époque, elles les recouvrent au point de ne plus laisser de place aux huîtres.

On voit combien la pose des collecteurs nécessite d'attention et d'expérience et laisse, malgré tout, place à un aléa considérable. Cette année, par exemple, on a récolté du naissain en abondance dans la rivière d'Auray et rien dans la rivière de Crac'h, qui en est si voisine, parce que les collecteurs y ont été posés une marée trop tard.

Les jeunes embryons émis par l'huître-mère nagent dans l'eau au moyen de grands cils vibratiles pendant un temps qu'il est fort difficile d'évaluer; les uns le limitent à quelques heures, les autres à quelques jours; puis, lorsqu'ils ont rencontré un objet à leur convenance, ils s'y fixent, perdent leurs cils vibratiles et sécrètent une petite coquille excessivement mince, dont une des valves adhère immédiatement au support qu'ils ont choisi. Ce terme de *choisi* est exact, car on a vu les embryons mis en expérience tâter divers emplacements et ne se fixer qu'après avoir trouvé une surface solide, propre et lisse, non recouverte de vase et dépourvue d'animaux et de végétaux parasites. Dans les bancs naturels, les embryons se fixent souvent sur les coquilles d'autres huîtres vivantes

ou mortes, et c'est ainsi que se forment les bouquets ou paquets d'huîtres que l'on drague fréquemment.

On a essayé de nombreuses méthodes pour obliger les jeunes huîtres à se fixer sur des objets à la convenance des ostréiculteurs, et les systèmes de collecteurs sont assez nombreux. Dans les rivières du Morbihan, après de multiples tâtonnements, on s'est arrêté à deux procédés : les plateaux et les tuiles. Ils sont d'ailleurs usités partout, mais avec quelques particularités spéciales dans le Morbihan.

Les collecteurs à plateaux sont constitués par des planches assemblées de façon à former une surface plane de deux mètres de longueur sur un de largeur environ; elles sont lisses et goudronnées. On superpose horizontalement une dizaine de ces plateaux entre de solides pieux enfoncés dans la vase et réunis par des traverses. On s'arrange pour que le plateau inférieur soit à 15 centimètres environ du sol et on laisse 3 ou 4 centimètres d'espace libre entre chacun d'eux. Le tout forme une sorte de meuble rectangulaire, et certains parcs en contiennent plusieurs centaines séparés par de petits passages (fig. 2).

Fig. 2. — *Vue d'un parc de la rivière d'Auray contenant des collecteurs à plateaux.*

Les embryons des huîtres, amenés par les courants de la marée montante, se fixent sur la face inférieure, à l'obscurité, en commençant par les plateaux du bas, et l'on peut en voir, quelques jours après, qui sont entièrement couverts de milliers de naissains.

Les collecteurs en tuile sont d'un usage plus fréquent. On se sert, pour les construire, de tuiles demi-cylindriques, en terre cuite rouge, de 30 à 35 centimètres de longueur, en tout semblables à celles dont on se sert pour les toitures. Deux trous sont percés sur leur arête médiane pour le passage d'une boucle en fil de fer qui sert à les maintenir en piles. On dispose, pour faire ces piles, deux tuiles à côté l'une de l'autre, la face concave en-dessous; puis deux autres en travers sur les premières, et ainsi de suite en alternant de façon que chaque pile comprenne 20 tuiles, réunies par une anse de fil de fer. On pose un nombre variable de ces piles les unes à côté des autres sur un petit plancher supporté par des piquets, on charge le tout de grosses pierres, et l'on a ainsi un tas ou *ruche* de 250 à 300 tuiles. Certains grands parcs renferment assez de ces ruches pour faire un total de 500.000 tuiles (fig. 3).

Ces ruches sont surtout employées dans la rivière d'Auray; dans la rivière de Crac'h, les paquets de 20 tuiles sont placés au sommet d'un piquet de $1^{m},50$ enfoncé à moitié dans la vase. C'est le collecteur en *champignon*. Les têtes de tous les champignons se touchent et s'appuient les unes contre les autres dans un même parc. Les collecteurs en champignon tiennent plus de place que les ruches, mais ils ont l'avantage de pouvoir être posés même lorsqu'il reste encore un demi-mètre d'eau au moment de la basse mer, ce qui prolonge le temps de travail pendant les jours de marée. On a vu plus haut combien cette condition est importante dans la pratique.

Les tuiles, avant d'être disposées en collecteurs, subissent une opération spéciale qui consiste à les recouvrir d'un mince enduit formé de chaux, ciment et sable fin mélangés; on les plonge dans cette préparation maintenue à l'état liquide. Cet enduit a un double avantage; les embryons, qui ont besoin de calcaire pour la sécrétion de leur coquille, recherchent de préférence pour s'y fixer les

objets où ils peuvent en trouver. En outre, quand il s'agit plus tard de détacher les jeunes huîtres des tuiles, de les *détroquer*, il suffit de glisser un couteau spécial à bout rond entre l'enduit et la tuile pour détacher la chaux par plaques minces qui entraînent les petites huîtres sans les blesser.

Quelques ostréiculteurs préfèrent ne pas chauler leurs tuiles et les couper, au moyen d'appareils spéciaux, en fragments portant chacun une huître. C'est ce qu'on appelle les *huîtres à tesson*. Cette méthode, longue et coûteuse, est maintenant très peu employée.

Lorsque le naissain vient de se fixer, les jeunes huîtres forment sur l'enduit blanc de la tuile de petits points jaunâtres, brillants, à peine visibles à l'œil nu. Dès le mois de février ou mars de l'année suivante, ces petites huîtres ont 10 à 12 millimètres de diamètre ; au mois d'août, ayant un an, elles ont 4 à 6 centimètres, mais elles sont encore minces, à coquille peu solide. On les détroque surtout au printemps et on les expédie par pleins bateaux à Etel, à Marennes, en Angleterre, en Belgique; elles peuvent supporter ainsi un voyage de huit à dix jours sans périr.

Fig. 3. — *Vue d'un parc dans la rivière d'Auray contenant des collecteurs formés de tuiles en tas ou ruches.*

Il n'y a pas avantage à laisser trop longtemps les huîtres sur les collecteurs : elles se gênent, deviennent difformes ou s'étalent trop, tandis que leur valve collée contre la tuile reste trop fragile. Une fois détachées, elles consolident leurs valves et prennent *du creux*.

C'est là que finit le rôle de l'ostréiculteur producteur de naissain dans la région d'Auray. Il s'agit maintenant d'amener ces huîtres à la taille marchande et de procéder à leur engraissement. Ces deux opérations exigent des manipulations variées.

Les jeunes huîtres détroquées doivent être placées dans des parcs spéciaux. Il faut que le sol de ces parcs soit modifié pour les recevoir, car il est très rare de trouver des terrains naturellement convenables à cet usage. Les huîtres, en effet, ne peuvent vivre sur la vase, qui les recouvrirait rapidement. Il faut que la couche superficielle soit enlevée et remplacée par du sable, des cailloux, des débris de coquilles; le tout se tasse et forme finalement une sorte de macadam dur et uni, où l'on peut placer les huîtres. Cette transformation des terrains coûte fort cher. Certains ostréiculteurs déposent les huîtres aussitôt après le détroquage sur ce sol artificiel; mais la plupart préfèrent les enfermer pendant plusieurs mois dans des caisses en toile métallique, isolées du sol par des piquets, où elles sont à l'abri des ennemis variés qui cherchent à les dévorer. Ces *caisses ostréophiles* (fig. 4) sont plates, fermées par un couvercle; elles ont environ 2 mètres de longueur sur 1 de largeur et coûtent chacune environ 10 francs; certains parqueurs en ont jusqu'à 3.000; comme elles ne durent pas plus de six ou sept ans, leur installation représente une mise de fonds considérable et exige un rapide amortissement.

Les jeunes huîtres grandissent vite dans ces boîtes; on les y retourne, on enlève les coquilles vides, les algues et les parasites; ce sont des soins continus et coûteux. Quand elles ont atteint de 3 à 5 centimètres, dimensions qui varient selon les préférences des parqueurs, et consolidé leur coquille, on les place sur le sol des parcs que l'on nomme des *parcs d'étalage*, où il faut encore, pendant un an ou deux, les débarrasser de leurs ennemis, les retourner au rateau, les trier par catégories, toutes manipulations qui exigent de nombreux

ouvriers, et qui sont fort pénibles pendant la mauvaise saison.

III

Les huîtres ont atteint leur taille et leur forme marchande entre trois et quatre ans. Ce chiffre varie un peu selon la localité. A ce moment, il faut commencer à les engraisser avant de les livrer à la consommation. On ne pratique que très peu cette industrie dans le quartier d'Auray. On n'y compte qu'un petit nombre de bassins ou *claires*, où l'eau de mer ne pénètre pas à toutes les marées. On expédie la très grande majorité des huîtres de trois ans à Marennes, où on les engraisse et où on les transforme en huîtres vertes. On en envoie aussi beaucoup à Ostende et en Angleterre; presque tout le reste va à Etel.

L'industrie plus particulière des rivière d'Auray et de Crac'h est donc la production du naissain; une faible partie reste dans les parcs d'étalage de ces deux rivières. Au contraire, dans la rivière d'Etel, ainsi que dans la mer du Morbihan, on ne récolte pas de naissain et il n'y a pas de collecteurs; les parqueurs achètent le naissain aux ostréiculteurs de Crac'h ou d'Auray. On voit donc que l'industrie de ces régions, cependant très voisines, est tout à fait différente.

Il faut ici faire une remarque qui a son intérêt pratique. Les producteurs de naissain de la région d'Auray vendent à Marennes ou en Angleterre leurs plus belles huîtres, les mieux faites; il leur en reste un grand nombre qui sont plus ou moins défectueuses et qui, surtout, quelle que soit la longueur de leur séjour dans leur rivière natale, cessent de grandir; ce sont celles-là qui sont vendues aux parqueurs de la rivière d'Etel. Or, aussitôt installées dans leurs nouveaux parcs, elles subissent une *pousse* rapide et regagnent en peu de temps la taille des premières. En outre, les ostréiculteurs ont remarqué que les huîtres épuisent assez rapidement la capacité nutritive d'un terrain de parc, et que, si on les change de place, on détermine chez elles un accès de croissance. Aussi déposent-ils d'abord leurs jeunes huîtres dans les parcs du bas de la rivière d'Etel, puis, plus tard, ils les transportent dans les parcs du haut de la rivière. Ils laissent reposer quelque temps le *parc usé* avant de le faire servir de nouveau

Les huîtres subissent, au cours de ces diverses opérations du détroquage, de la mise en boîte, en parc, dans les transports, un déchet considérable. L'ostréiculteur d'Etel qui achète un million de naissains à Auray doit compter qu'au bout de trois ans, quand il expédiera ses huîtres à Marennes, il n'en trouvera dans ses parcs que 400.000, soit environ 60 °/₀ de déchet; c'est là un chiffre moyen qui souvent est dépassé. Ce ne sont pas seulement les manipulations diverses qui causent cette perte; les ennemis variés de l'huître y contribuent beaucoup.

L'envasement est un des principaux dangers auxquels les huîtres sont exposées dans les parcs. Les courants des rivières remuent la vase et la transportent partout; elle a tendance à se déposer dans les endroits plus calmes, c'est-à-dire dans la rivière haute qui est peu profonde, dans ses branches ou dans les baies latérales. Elle couvre les huîtres dans les parcs d'une mince couche de boue grise, et on doit les laver en jetant violemment de l'eau dessus et les remuer au rateau. Mais les parqueurs ont trouvé un auxiliaire bien inattendu pour les aider dans l'opération du nettoyage des huîtres : c'est le Bigorneau vulgaire, *Littorina littoralis*. Quand ils voient que les huîtres dans leurs parcs sont devenues grises, ils y sèment à poignées des bigorneaux; ceux-ci se promènent sur les huîtres, décollent la vase et les petites algues qui s'y étaient fixées, et en peu de temps elles deviennent parfaitement propres. Quand on parcourt les parcs, on voit çà et là de grandes taches blanches qui sont le résultat du travail de ces bigorneaux. Mais il faut cependant les surveiller; quand ils ont fini de nettoyer les huîtres, ils se mettent à ronger le bord mince de leur coquille, la *pousse* ou *barbe* récente. On les enlève alors et on les sème plus loin.

Un autre ennemi des huîtres est la moule, qui se développe facilement surtout dans la rivière d'Etel; les jeunes moules se fixent dans les parcs et dans les caisses ostréophiles à l'aide des nombreux filaments collants de leur byssus, elles agglutinent les jeunes huîtres en paquets et les font périr. L'ingéniosité des ostréiculteurs les a conduits à tirer parti de ces moules pour détourner les ravages d'un autre ennemi plus terrible, le Crabe vulgaire, *Carcinus mænas*. Lorsque ces crabes se trouvent en présence de jeunes moules et de jeunes huîtres, ils commencent toujours par manger les moules et ils n'attaquent les huîtres que quand il n'y a plus de moules. Les parqueurs maintiennent une sorte d'équilibre entre ces deux antagonistes et détruisent tantôt l'un, tantôt l'autre.

Mais les crabes, le plus souvent, ne trouvant pas de moules, font une grande consommation d'huîtres. C'est surtout contre leurs déprédations que sont faites les caisses de toile métallique.

Ces animaux malfaisants passent l'hiver cachés dans la vase du fond des chenaux; au mois de mars ou d'avril commence la période de reproduction de ces crustacés extraordinairement prolifiques; ils sortent de leurs terriers et dévorent les jeunes huîtres après en avoir brisé la coquille

avec leurs pinces; ils bouleversent le sol des parcs en creusant des galeries. A mesure que l'été approche, ils remontent vers les parties hautes des rivières, d'où ils redescendent à l'automne; après un nouveau séjour dans les parcs bas, ils hivernent en novembre. On a beau en prendre de grandes quantités dans des nasses en grillage, il en reste autant.

Il en est de même des étoiles de mer, qui pullulent dans certains points des rivières; on en détruit le plus possible, mais, comme les crabes, elles sont très prolifiques et il en remonte constamment des chenaux dans les parcs, où elles font une grande consommation d'huîtres.

Une raie, la pastenague, ainsi qu'une autre espèce, la raie aigle, que l'on confond sous le nom de *thère*, sont très friandes d'huîtres; on les empêche d'approcher des parcs en les entourant de filets ou de grillages. C'est principalement pour empêcher ces poissons de dévorer les naissains que l'on a inventé l'huître à tesson.

Le bigorneau perceur est encore un ennemi des huîtres, qu'il perce d'un trou pour y introduire sa trompe au moyen de laquelle il aspire les parties molles de l'animal. Il est peu abondant, sauf à Lochmariaker.

Une éponge, la *Clione celata*, creuse des galeries dans l'épaisseur des valves de l'huître; elle rend la coquille friable et l'animal périt; elle est localisée sur un ou deux bancs des rivières et elle y est peu abondante.

Les *Arenicoles* ou *vers noirs* bouleversent le sol des parcs font remonter la vase par-dessus le macadam et envasent les huîtres; il est fort difficile de s'en débarrasser.

Il faut encore citer une algue globuleuse qui se fixe sur les huîtres; elle se remplit d'air et, quand il fait chaud, à mer basse, elle se gonfle comme un petit ballon. Quand la mer remonte, l'huître, soulevée par ce flotteur, est entraînée au loin par les courants. Cette algue, qui ne paraît s'être installée que depuis peu de temps dans la région, a fait perdre un grand nombre d'huîtres.

On voit par ce qui précède quelles difficultés de toutes sortes il faut surmonter pour conduire le naissain jusqu'à l'état d'huître marchande; il faudrait y ajouter encore diverses maladies qui ne paraissent pas avoir jusqu'ici atteint gravement la région d'Auray. On peut se rendre compte des frais énormes de matériel et de personnel, des capitaux qu'il faut engager, et de l'amortissement qu'il y a lieu de prévoir quand on veut organiser une exploitation un peu considérable. Il faut encore considérer que, depuis quelques années, les prix de vente des huîtres et des naissains ont beaucoup diminué. Alors que le naissain valait, il y a dix ans, environ 5 francs le mille, il ne vaut plus guère que 60 à 75 centimes; ce prix n'est plus rémunérateur. Cette baisse est due principalement à la surproduction. Les belles recettes des premiers éleveurs ont tenté une foule trop considérable d'imitateurs.

Fig. 4. — *Vue d'un parc ostréicole dans la rivière d'Etel.* — Les premiers plans sont occupés par des caisses ostréophiles; derrière et au-dessus d'elles est un grand parc d'étalage contenant environ deux milliers de jeunes huîtres.

D'autre part, on se souvient des articles de journaux et des polémiques de ces dernières années au sujet de cas de fièvre typhoïde mis sur le compte des huîtres. Beaucoup de personnes n'ont plus voulu en manger, et les étrangers ont profité de cette occasion pour ne plus acheter leurs huîtres en France. En Angleterre, notamment, on a fait venir

de grandes quantités d'huîtres des Etats-Unis. Le récent Rapport du Professeur Giard sur cette prétendue contamination des huîtres a fait justice de ces affirmations trop souvent intéressées. Actuellement, il y a une tendance à l'amélioration dans la vente des huîtres, au moins dans la région d'Auray.

Ces notes rapides auront, je l'espère, permis au lecteur de se rendre compte de l'état actuel de l'industrie huîtrière dans le Morbihan et des conditions, particulièrement intéressantes au point de vue biologique et océanographique, où elle s'exerce.

L. Joubin,
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

LA THÉORIE DES IONS ET SES CRITIQUES

A PROPOS D'UN LIVRE RÉCENT

Ces critiques ont fait l'objet d'un développement important de la part de M. Chesneau, professeur à l'Ecole nationale des Mines, dans ses *Principes théoriques des méthodes d'Analyse minérale*[1].

L'Analyse est considérée trop souvent comme un chapitre tout à fait à part de la Chimie.

Les traités de Chimie analytique se bornent, en effet, à exposer dans le détail les opérations de l'analyse, mais ils se gardent de les rattacher aux lois générales de la Chimie. Ostwald a réagi contre cette tendance en publiant ses *Principes scientifiques de la Chimie analytique*, où un grand nombre de réactions sont interprétées avec l'hypothèse de l'existence d'un équilibre entre les ions et les molécules. L'hypothèse des ions, dont s'est servi Ostwald, a certainement contribué à donner à cet exposé la lumière et l'harmonie qui en ont fait le succès[2]. Mais il ne suffit pas qu'une hypothèse soit séduisante pour être adoptée d'emblée, et l'on peut très bien chercher à interpréter les méthodes et les réactions de l'analyse chimique avec une autre hypothèse. C'est ce qu'a fait M. Chesneau, qui, non seulement ne s'est pas servi de la théorie des ions, mais a soumis cette théorie à une critique sévère. Nous examinerons tout à l'heure la valeur de cette critique, d'autant plus importante qu'elle contient les arguments — décisifs selon quelques-uns — qu'avaient donnés Kahlenberg et son École.

I

« Il nous paraît préférable — dit M. Chesneau — de recourir à la méthode calorimétrique, qui, elle, est *exempte d'hypothèse* et ne fait appel qu'à des réactions manifestes. » C'est nous qui soulignons, parce que cette absence d'hypothèse à l'endroit de la méthode calorimétrique rappelle ce passage de *La Science et l'Hypothèse* de M. H. Poincaré : « Il y a des hypothèses dangereuses ; ce sont d'abord, ce sont surtout celles qui sont tacites et inconscientes. » La méthode calorimétrique admet — entre autres hypothèses tacites — que la saturation des affinités les plus fortes est toujours liée à un plus grand effet thermique. Nous n'avons pas à rappeler ici les réactions nombreuses qui contredisent cette hypothèse ; il nous suffira de constater que quelques-unes des conclusions auxquelles elle a conduit M. Chesneau ne s'accordent pas avec les faits :

« Les déplacements réciproques des acides ou des bases dans les sels — dit M. Chesneau — sont d'autant plus complets que la différence des chaleurs de saturation de la même base par les deux acides est plus considérable, et réciproquement : le déplacement est pratiquement complet si la différence est très grande, partiel si elle est petite. »

Cependant, les exemples abondent où l'acide le plus fort n'est pas celui dont la neutralisation dégage la plus grande quantité de chaleur, et un grand nombre d'acides sont chassés de leur combinaison plus ou moins complètement par d'autres acides dont la chaleur de neutralisation est beaucoup moindre. Ainsi, un équivalent d'acide chlorhydrique ou nitrique déplace d'un équivalent de leur sel de soude les acides suivants, dont la chaleur de neutralisation est cependant bien supérieure : les acides sulfurique et sélénique, dont les $\frac{2}{3}$ sont déplacés; les acides orthophosphorique et oxalique, dont les $\frac{4}{5}$ sont déplacés; l'acide fluorhydrique, dont les $\frac{95}{100}$ sont déplacés, etc.

Plus loin, M. Chesneau s'abuse complètement quand il dit : « Quant à la classification des acides et des bases, celle qu'Ostwald déduit de leur degré d'ionisation revient exactement à celle que nous avons établie d'après les chaleurs respectives de

[1] 1 vol. in-8° de 243 pages. Dunod et Pinat, éditeurs, Paris (1906).

[2] L'ouvrage allemand a été traduit en français, en anglais, en russe, en hongrois, en italien, en japonais.

neutralisation. » Il n'y a cependant aucun rapport entre l'une et l'autre classification, comme le montre le tableau suivant :

	CHALEURS de neutralisation	CONDUCTIBILITÉS électriques
Acide sulfurique	157 calories	65
Acide orthophosphorique. .	148	7,3
Acide monochloracétique .	143	4,9
Acide oxalique	141	19,7
Acide chlorhydrique. . . .	137	100

On voit qu'en particulier l'acide chlorhydrique, qui, dans ce tableau, a la chaleur de neutralisation la plus faible, est celui qui est le plus dissocié.

II

Passons maintenant aux objections faites à la théorie des ions. Voici quelques-uns des arguments de M. Chesneau ; nous examinerons ensuite ceux de Kahlenberg.

« Nous ferons tout d'abord observer — dit M. Chesneau — que, pour les propriétés additives des solutions salines, tous les raisonnements basés sur l'ionisation des électrolytes peuvent être repris textuellement en se fondant sur l'hydrolyse des sels en acide et base libres. » Ce serait tout au plus vrai si l'hydrolyse était une propriété générale des sels; mais c'est une propriété que possèdent *seuls* les acides ou les bases faibles et leurs sels, tandis que les propriétés additives ont lieu pour *tous* les sels d'après la théorie électrolytique. La méthode calorimétrique elle-même n'accuse pas d'hydrolyse avec les sels à base et acide forts. Mais M. Chesneau tient à affirmer la généralité du phénomène et il ajoute : « L'égalité de force des acides à l'état de dilution infinie, déduite par Ostwald de l'ionisation complète dans cet état, résulte, dans notre théorie calorimétrique, de ce fait que, à l'état de dilution infinie, tous les sels doivent être entièrement hydrolysés, et leurs acides mis intégralement en liberté. »

« L'un des phénomènes — dit, plus loin, M. Chesneau — qui contredisent le plus nettement à la théorie électrolytique est l'hydrolyse des sels en solutions aqueuses. Dans l'hydrolyse du chlorure ferrique :

$$Fe^2Cl^6 + 6H^2O \rightleftarrows Fe^2(OH)^6 + 6HCl,$$

la théorie électrolytique exige la dissociation de H^2O en ses ions $H + OH$ pour produire l'hydrate ferrique et l'acide chlorhydrique. Or, le second système est beaucoup plus riche en ions libres que le premier, puisque, dans la théorie électrolytique, HCl est presque totalement ionisé, que Fe^2Cl^6 l'est beaucoup moins que HCl (dans le rapport de 3 à 5 environ) et que H^2O et $Fe^2(OH)^6$ ne le sont pas du tout. Ce n'est donc pas dans le sens du système le moins ionisé que la réaction tend à se produire, mais, au contraire, dans le sens du système le plus ionisé, c'est-à-dire en un sens inverse de la règle donnée par Ostwald pour prévoir le doubles décompositions salines ; et, en fait, l'hydrolyse de Fe^2Cl^6 et de la plupart des sels *absorbe de la chaleur*, tandis que la règle formulée par Ostwald a pour base la tendance à la formation de l'eau avec dégagement de 13 cal. 5. »

M. Chesneau n'est vraiment pas heureux quand il cite les résultats numériques auxquels conduit l'hypothèse des ions : « Fe^2Cl^6 — dit-il — est beaucoup moins dissocié que HCl (dans le rapport de 3 à 5 environ). » Cela n'est vrai que pour des concentrations de Fe^2Cl^6 très supérieures à celles où se produit le phénomène de l'hydrolyse ; mais, dans le cas de l'hydrolyse, Fe^2Cl^6 est, comme HCl, entièrement dissocié. Quant au dégagement de 13 cal. 5, Ostwald n'a jamais dit que ce dégagement résultait de l'hydrolyse des sels, mais uniquement de la neutralisation des acides *forts* par des bases *fortes* en solution étendue.

L'équation d'équilibre indiquée par M. Chesneau devient, dans la théorie de la dissociation électrolytique, si l'on considère que Fe^2Cl^6 et HCl sont entièrement dissociés, tandis que, pratiquement, la base reste non décomposée :

$$\underbrace{(\overset{\cdot\cdot\cdot}{Fe})_2 + (Cl)_6} + 6H^2O \rightleftarrows 6\underbrace{(H + Cl)} + Fe_2(OH)_6.$$

La théorie des ions s'accorde donc très bien avec les phénomènes de l'hydrolyse, où, d'après M. Chesneau, « se manifeste le plus nettement l'impuissance des ions ».

On va voir que les expériences suivantes de M. Chesneau n'ont pas ébranlé davantage la théorie de la dissociation électrolytique :

« J'ai vérifié — dit M. Chesneau — si, comme l'indique Ostwald, le ralentissement du dégagegement d'hydrogène par addition d'un acétate, dans l'attaque du zinc par l'acide acétique, est bien en rapport avec l'ionisation de l'acétate. »

Nous ferons tout d'abord remarquer que M. Chesneau a, une fois de plus, mal interprété le sens des indications d'Ostwald.

Voici, en effet, la citation d'Ostwald qui se rapproche le plus de ces indications[1] : « L'action d'un acide est affaiblie par l'addition d'un de ses sels neutres, et cela d'autant plus que cette addition est plus importante et que l'acide est plus faible. » — Malgré le point de départ inexact de M. Chesneau, nous poursuivons néanmoins jusqu'au bout l'exposé de ses expériences, parce que, loin d'infirmer l'hypo-

[1] OSTWALD : *Les Principes scientifiques de la Chimie analytique*, p. 58 de la traduction française.

thèse des ions, elles la confirment au contraire :

Les acétates ajoutés par M. Chesneau ont été successivement l'acétate de soude, l'acétate de manganèse et l'acétate de zinc : « L'addition d'acétate a bien ralenti le dégagement d'hydrogène, mais nullement dans le sens des prévisions tirées de l'ionisation, car l'acétate de manganèse, qui est *certainement* moins ionisé que l'acétate de soude, produit le même effet que celui-ci, et l'acétate de zinc, qui *doit* avoir une ionisation très voisine de l'acétate de manganèse, agit beaucoup plus que celui-ci et que l'acétate de soude, au point d'arrêter presque totalement le dégagement d'hydrogène ».

Les termes *cependant* et *doit*, que nous avons soulignés, auraient gagné — dans l'intérêt même de la thèse de M. Chesneau — à être remplacés par des affirmations fondées sur l'expérience. Nous admettons, cependant, que ces probabilités sont l'expression de la vérité; il n'en reste pas moins que les acétates, quels qu'ils soient, sont tellement plus dissociés que l'acide acétique qu'ils doivent avoir tous le même effet sur l'acide acétique; cet effet est de modifier, *dans une même proportion* et *dans le sens* de l'affaiblissement de l'acide acétique, l'état d'équilibre des concentrations de l'anion $\overline{CH^3CO^2}$ de l'acide acétique, de son cation $\overset{+}{H}$ et de la partie de l'acide acétique dissociée. De fait, M. Chesneau trouve qu'en présence des acétates de soude et de manganèse, l'acide acétique dégage sur une lame de zinc la même quantité d'hydrogène.

Quant à l'arrêt presque total du dégagement d'hydrogène sous l'influence de l'acétate de zinc, ce n'est pas, comme le croit M. Chesneau, un fait qui *infirme* l'hypothèse des ions, mais bien plutôt *un fait qui la confirme*; l'addition d'acétate de zinc amène, en effet, des ions $\overset{++}{Zn}$ qui, par la pression osmotique qu'ils exercent sur la lame de zinc, s'opposent à la dissolution de celle-ci. Nernst avait déjà prévu le phénomène dans sa généralité bien avant les expériences de M. Chesneau.

M. Chesneau croit devoir remplacer la théorie des indicateurs colorés, basée sur l'ionisation des sels, par une théorie basée, d'une part, sur l'hydrolyse et, d'autre part, sur la force des indicateurs considérés comme des acides faibles, cette force étant mesurée par la quantité de chaleur qu'ils dégagent en se combinant à un alcali. Nous avons vu tout à l'heure ce qu'il fallait penser de cette mesure de la force des acides.

Quant à l'hypothèse de l'hydrolyse, elle ne saurait non plus nous satisfaire, puisque les indicateurs réagissent également dans les solutions non aqueuses, à condition qu'elles soient dissociantes (par exemple, la phtaléine du phénol dans les solutions alcooliques sèches). Dans ces solutions non aqueuses, il ne saurait être question d'hydrolyse.

« Les expériences de M. Chassy — dit M. Chesneau — montrent que, dans un mélange de plusieurs sels, on peut en électrolyser un seul (ce que témoigne le métal déposé à l'électrode —) et constater en même temps le transport de molécules par le courant électrique, bien qu'elles n'aient pas été dissociées en ions. » De fait, dans un mélange de sulfate de zinc et de sulfate de cuivre, par exemple, on peut déposer le cuivre seul et constater que la concentration de sulfate de zinc augmente à la cathode. Mais cela ne signifie pas que le sulfate de zinc ait été transporté à l'état de molécules à la cathode. Cela signifie tout simplement, d'après l'hypothèse des ions, que les ions $\overset{++}{Zn}$ — qui ont pris part au transport de l'électricité — n'ont pas pu former de dépôt métallique à la cathode. Ce dépôt, en effet, à supposer qu'il ait pu se former, aurait aussitôt déplacé, en se dissolvant, la quantité équivalente de cuivre.

Ces expériences ne paraissent donc pas, comme le dit M. Chesneau, « devoir faire rejeter l'hypothèse d'ions électriques *préexistant à l'état libre* dans les solutions salines aqueuses ».

M. Chesneau reproche à Arrhénius et à son École d'avoir négligé de parti pris les expériences susceptibles d'infirmer la théorie des ions : « Les nombreux travaux suscités par les publications d'Arrhénius — dit M. Chesneau — ont tous été dirigés au début en vue de confirmer sa théorie; notamment, les solutions concentrées ou faites avec des solvants autres que l'eau furent longtemps laissées de côté. C'est ainsi que l'on admit peu à peu, surtout en Allemagne, grâce à l'autorité des illustres promoteurs de la théorie électrolytique, que les solutions aqueuses des sels sont seules douées de conductibilité électrique, et que les corps qu'elles contiennent y possèdent des poids moléculaires anormaux, tandis que, en solution non aqueuse, les corps dissous ont des poids moléculaires normaux et conséquemment ne conduisent pas l'électricité. »

Cela est si peu exact qu'il a été publié — même avant la théorie d'Arrhénius — un grand nombre de mesures de conductibilité de solutions non aqueuses (Voir, en particulier, les mesures faites en solutions alcooliques par Matteucci et Oberbeck en 1875, par Gugliemo en 1882, par Vicentini en 1884, par Fitzpatrik en 1887; voir aussi les mesures faites par Pfeiffer en 1885 dans les solutions éthérées et par Bouty dans les solutions nitriques en 1888.)

III

Si nous passons maintenant aux critiques de Kahlenberg, que cite M. Chesneau, nous rencon-

trons des objections à la théorie des ions qui paraissent beaucoup plus sérieuses.

Kahlenberg a fait remarquer qu'un certain nombre de sels en solutions aqueuses *concentrées* donnent, par la cryoscopie, des poids moléculaires supérieurs à ceux que donnent leurs conductibilités électriques d'après l'hypothèse des ions. A cela nous ferons observer que les travaux de Jones expliquent très bien cette divergence : cette divergence est d'autant plus accentuée — d'après Jones — que le sel cristallise avec un nombre de molécules d'eau plus considérable; l'abaissement du point de congélation est augmenté d'une façon anormale parce qu'une partie de l'eau ne figure plus à l'état de dissolvant, mais est combinée avec les molécules. « Il existe, dit Jones[1], une relation générale entre le nombre de molécules d'eau de cristallisation d'un corps et la grandeur des abaissements qu'il produit sur le point de congélation de l'eau... Le nombre des cas qui se conforment à cette relation est si considérable et le nombre des exceptions apparentes si petit que la coïncidence ne peut être considérée comme fortuite.

... Si la substance cristallise sans eau, il faut s'attendre à ce que l'abaissement cryoscopique produit soit normal ou, au plus, un peu trop grand. Et c'est bien ce qui se passe.

Parmi les soixante-huit corps étudiés jusqu'ici, aucun de ceux qui cristallisent anhydres ne donne en solution concentrée un abaissement cryoscopique considérable. L'abaissement cryoscopique produit peut être légèrement supérieur à celui qu'on calcule d'après le degré de dissociation, puisqu'il peut arriver qu'une substance se combine avec quelques molécules d'eau en solution, tout en étant incapable de conserver cette eau hors de la solution; de même, une substance qui cristallise avec de l'eau peut se combiner, en solution, avec un nombre de molécules d'eau beaucoup plus grand que celui qu'elle est en état de conserver hors de la solution. La théorie est, par conséquent, tout à fait d'accord avec les faits. »

Kahlenberg a formulé des objections importantes à l'égard des solutions non aqueuses :

Alors que, dans l'eau, le degré de dissociation, défini par le rapport $\frac{\mu_0}{\mu}$ des conductibilités moléculaires, concorde généralement avec le degré de dissociation déterminé par une des méthodes osmotiques, il ne concorde pas, dans un certain nombre de cas, pour les dissolvants autres que l'eau.

Cette discordance, signalée par Kahlenberg et par d'autres expérimentateurs, peut être expliquée par la formation de molécules et d'ions complexes : « La polymérisation des électrolytes — dit P. Dutoit[1] — semble bien être le cas général dans les dissolvants non dissociants (Werner, Bruni et Berti, Frankland et Farner). Dans les liquides donnant des solutions conductrices, on remarque une action dissociante du dissolvant, car, dans la règle, le poids moléculaire diminue par la dilution. Il est impossible de déduire le nombre des ions, qui seul permettrait une comparaison avec les conductibilités, du nombre total des molécules polymérisées, des molécules simples et des ions que donnent les méthodes osmotiques; mais on peut affirmer que la dissociation des molécules en ions s'effectue, car les sels n'ayant pas de tendance à la polymérisation donnent des valeurs inférieures au poids moléculaire théorique... Ainsi, dans l'acétone, NaI se montre nettement dissocié (Jones). Dans la pyridine et le benzonitrile, on trouve, à côté d'électrolytes polymérisés, des électrolytes dissociés (Werner). »

Kahlenberg a observé que la solution de l'oléate de cuivre dans le benzène, qui est une solution non conductrice, précipite instantanément le chlorure de cuivre par addition d'un certain nombre de chlorures dont les solutions benzéniques ne sont pas conductrices. Cette expérience paraît contredire la théorie qui veut que les réactions instantanées ne s'effectuent qu'entre ions. Mais, en raison des complications qu'apporte à la réaction la polymérisation de l'électrolyte, cette expérience n'est pas nécessairement en contradiction avec la théorie des ions.

Ces complications ne doivent pas faire oublier le grand nombre de réactions simples effectuées en solutions non aqueuses et donnant raison à la théorie des ions[2]. Dans les solutions non aqueuses également, l'hypothèse des ions a été confirmée par un grand nombre de mesures de conductibilités. C'est ainsi que Godlewski a montré, pour un grand nombre d'électrolytes en dissolution dans l'alcool, que leur conductibilité est bien la mesure de la dissociation ; que Dutoit et Levier ont trouvé que la conductibilité moléculaire dans l'acétone — pour les sels qu'ils ont étudiés — devient constante aux grandes dilutions et qu'elle est la somme des conductibilités ioniques (loi de Kohlrausch). Pour l'ammoniaque aussi, la conductibilité moléculaire des électrolytes devient constante aux grandes dilutions, conformément à l'hypothèse des ions.

[1] *Journal de Chimie physique*, t. III, n° 6, p. 486 (1905).

[1] *Journal de Chimie physique*, février 1904, p. 644.

[2] Voir en particulier, P. Dutoit : *Loc. cit.*, p. 648.

IV

Mais il ne suffit pas de démolir une théorie ; il faut encore mettre à sa place une explication générale plus satisfaisante. Comment interpréter, en particulier, autrement que par l'hypothèse de la dissociation électrolytique, le facteur i par lequel il faut multiplier la pression osmotique, les écarts de congélation et d'ébullition calculés dans l'hypothèse de molécules non dissociées? Voici la réponse de M. Chesneau : « Si les contradictions entre les faits et la théorie de l'ionisation paraissent devoir faire rejeter celle-ci, on retombe alors dans une autre difficulté, celle de ne pas expliquer la nécessité d'introduire le coefficient i dans la loi générale d'équilibre de Guldberg et Waage. Sans doute, il vaudrait mieux renoncer à cette explication, plutôt que de la tirer d'une hypothèse contestable ; mais de récentes recherches sur l'état de polymérisation des liquides entreprises, par Ramsay et Shields, et les applications qu'en a faites le Prof. H. Crompton aux solutions salines, permettent dès à présent de concevoir le coefficient i comme résultant d'une action chimique entre le solvant et les corps dissous. »

Afin de ne pas trop prolonger la discussion, nous ne parlerons pas de la théorie de Crompton, qui a déjà été réfutée par Jahn[1]. Quant aux recherches de Ramsay et Shields, elles sont relatives aux tensions superficielles des liquides *purs* et n'ont — quoi qu'en dise M. Chesneau — aucun rapport quelconque avec la loi de Van t'Hoff qui régit les *solutions* des sels et non les liquides purs. Ramsay et Shields ont établi la loi suivante :

$$\gamma s = kt,$$

γ étant la tension superficielle du liquide, s la surface correspondant au volume moléculaire, k une constante et t la température du liquide comptée en partant de la température critique prise pour origine[2].

Cette loi est analogue à la loi des gaz :

$$pV = RT,$$

qui relie la pression au volume moléculaire.

De même que R a la même valeur pour tous les gaz normaux, c'est-à-dire qui ne se dissocient ni ne s'associent sous l'influence des variations de température, la valeur de k est aussi la même pour tous les liquides purs normaux.

Pour un certain nombre de liquides, k est trop petit ou trop grand. Ramsay et Shields en concluent qu'il y a *association* ou *dissociation* des molécules du liquide : et, si l'on appelle x le coefficient d'association ou de dissociation, on a :

$$\gamma s = xkt.$$

On le voit, le coefficient x, qui est relatif aux *liquides purs*, n'a aucun rapport avec le coefficient i qui, lui, est relatif aux *solutions*. Cela n'empêche pas M. Chesneau de dire : « L'analogie des conclusions de Ramsay et Shields avec celles de Van t'Hoff, aboutissant à l'équation $\pi V = iRT$ de la loi des pressions osmotiques pour les solutions salines, est frappante : le coefficient x joue dans l'équation de Ramsay et Shields le même rôle que le coefficient i dans l'équation de Van t'Hoff. » Ramsay et Shields ne seront pas peu surpris de voir quelle interprétation on a pu donner de leur loi.

V

En résumé, nous croyons avoir prouvé que les critiques dirigées contre la théorie de la dissociation électrolytique ne sont pas de nature à faire abandonner une hypothèse qui a été aussi fructueuse, que l'on a appliquée à des domaines scientifiques très différents et qui a favorisé d'une façon remarquable le développement prodigieux de la Chimie physique. Avec un certain nombre de dissolvants autres que l'eau, nous avons vu qu'on ne retrouve plus la même simplicité de relation entre le poids moléculaire des électrolytes, leur conductibilité et leur aptitude à entrer en réaction ; mais nous avons vu aussi que la polymérisation des électrolytes dans ces dissolvants pouvait expliquer, au moins qualitativement, ces anomalies. Il est probable qu'une étude plus approfondie de ces phénomènes de polymérisation expliquera d'une façon complète et quantitative ces anomalies. Il est possible aussi qu'au fur et à mesure des progrès de la science, on soit obligé de greffer sur l'hypothèse de la dissociation électrolytique des hypothèses complémentaires ; il se peut même que ces greffes finissent par modifier de fond en comble l'hypothèse primitive des ions. C'est, en effet, le cas de beaucoup de théories de passer, après avoir servi, pendant un temps plus ou moins long, à interpréter et à faire prévoir un certain nombre de phénomènes. En attendant, la théorie des ions continue à susciter — même dans le domaine des dissolvants autres que l'eau — des études fructueuses. Le moment n'est donc pas encore venu d'abandonner un guide ainsi qualifié.

A. Hollard.

Docteur ès sciences.
Chef du Laboratoire central des Usines
de la Compagnie française des Métaux.

[1] *Berichte der d. ch. Ges.*, t. XXX, p. 2982-2293.

[2] Plus exactement, le point d'origine est à 5° au-dessous de la température critique.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Couturat (Louis). — **Les Principes des Mathématiques**, *avec un appendice sur* **la Philosophie des Mathématiques de Kant.** — 1 *vol. grand in-8, de* VIII-312 *pages.* (*Prix* : 25 *fr.*) *Félix Alcan, éditeur. Paris*, 1906.

Ce livre est une exposition critique de divers travaux récents, par lesquels plusieurs auteurs (MM. Russell, Peano, Boole, Schröder, ...) ont essayé d'élucider les bases des Mathématiques.

Voici, d'après M. Couturat, ce qu'il en est. La méthode capitale est la *Logistique*, la logique formelle, c'est-à-dire la logique convenablement appropriée et pourvue d'un outillage (terminologie et notations) quasi algébrique. On a ainsi le calcul des propositions, le calcul des classes, le calcul des relations.

Les Mathématiques s'édifient en opérant, par les procédés ci-dessus indiqués, sur des notions primitives et irréductibles, axiomes ou postulats.

Pour l'Analyse, ces notions sont le nombre entier (*cardinal*) et l'idée d'*ordre*.

Il y a quatre Géométries, suivant le système qu'on se donne de postulats :

I. La Topologie ou *Analysis situs*;

Les Géométries { II. Projective; III. Descriptive[1]; IV. Métrique.

La Géométrie projective postule le point et la droite. La Géométrie descriptive (qui n'a que le nom de commun avec la théorie ordinaire des épures) postule, en outre, sur chaque droite le point *impropre* (intersection avec une quelconque des parallèles), qui joue un rôle à part.

La Géométrie métrique introduit encore :

Ou bien la notion de *vecteur*,

Ou bien celle de la *congruence* (superposabilité des figures),

Ou bien celle de mouvement.

La Géométrie métrique est la vieille et consacrée science ordinaire, celle d'Euclide. C'est la plus compliquée de toutes. « Il est assez piquant (Couturat, p. 181) de constater que la réputation de rigueur dont la Géométrie d'Euclide a joui pendant des siècles était absolument usurpée, et qu'elle ne méritait guère de passer, aux yeux des philosophes rationalistes du XVIIe siècle, pour le modèle et le type de la déduction logique. »

Quant à la Topologie, c'est une branche difficile, obscure et encore assez peu développée. Elle traite :

De la *connexion* des surfaces de Riemann (théorie des fonctions d'une variable complexe);

De différents problèmes assez disparates, souvent cachés sous l'apparence d'amusettes ou de devinettes :

Problème des ponts;

Nœud gordien;

Retourner son gilet et le mettre à l'envers ayant les mains liées;

Définition de la courbe *fermée*, etc., etc.

En résumé, la Mathématique consiste à arranger par la logistique et à combiner (comme en un jeu de casse-tête ou, si l'on préfère, comme au jeu d'échecs) des notions qu'on n'a pas à élucider. « La Mathématique (citation de M. Couturat, p. 4) est une science où l'on ne sait jamais de quoi l'on parle, ni si ce qu'on dit est vrai ».

[1] Ou *affinne*, de l'*Abstrakte Geometrie* de Vahlen (voir le compte rendu dans la *Revue* du 15 juin 1906).

Voilà le résumé du livre. Qu'en faut-il penser au point de vue dogmatique?

La question est oiseuse.

D'abord, M. Couturat (Introduction) décline toute prétention à l'originalité; il jette par-dessus bord plusieurs théories de son livre « De l'Infini Mathématique », vieux à peine de dix années; il annonce (et avec raison) que des publications incessantes transfigurent la matière, presque de mois en mois. L'ouvrage est un document historique, dressé par un chroniqueur sagace et bien informé, sur l'état de la question, dans les toutes premières années du XXe siècle.

Deux Notes (Sur la théorie des ensembles et Sur celle des groupes) sont un essai de vulgarisation pour ces difficiles matières.

Le volume se clôt par une étude sur la philosophie des Mathématiques de Kant. Ici je me récuse et ne suivrai pas M. Couturat sur un terrain où les philosophes sont chez eux. Je dirai seulement que M. Couturat s'y réclame non de Kant, mais de Leibnitz.

L'ouvrage est intéressant et utile. Il épargne au lecteur la peine de recourir à de nombreux Mémoires, dispersés dans divers recueils et en diverses langues, et à de nombreux livres. Il est éminemment instructif et il fournit une excellente discipline : il apprend à se méfier de l'évidence, de l'intuition, des idées traditionnelles et consacrées.

LÉON AUTONNE,
Maître de Conférences de Mathématiques
à l'Université de Lyon.

Codron (C.), *Ingénieur civil, Professeur du cours des Arts mécaniques à l'Institut industriel du Nord, Lauréat de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale.* — **Expériences sur le travail des machines-outils pour les métaux.** 2e *fascicule* : **Forage.** — 1 *vol. in-4° de* 551 *pages avec* 1612 *figures.* (*Prix* : 25 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1906.

Cet imposant volume est la suite de l'œuvre considérable entreprise par M. Codron, et dont nous avons signalé le début aux lecteurs de la *Revue générale des Sciences*, en 1902.

Ce livre n'est pas un cours à l'usage d'étudiants qui s'y noieraient, ni une synthèse bâtie sur une théorie quelconque de l'outil, et en vue de cette théorie : c'est un recueil d'expériences poursuivies avec méthode sur le travail des outils tel qu'il s'opère dans les ateliers. Chacune de ces expériences est exposée dans ses moindres détails, de manière à permettre de la vérifier et répéter au besoin; elles sont, en outre, groupées par séries de travaux analogues, en y faisant varier successivement les données dont on peut ainsi déterminer l'influence. Cette détermination est précisée par des formules d'une certaine généralité, bien qu'elles ne soient rigoureusement applicables qu'aux expériences mêmes dont elles sont tirées.

Comme dans le premier fascicule de 1902, consacré au meulage, au cisaillage et au poinçonnage, toutes les expériences, toutes les gravures sont originales. Leur ensemble représente un travail absolument inédit et que l'on peut, sans exagération aucune, qualifier de colossal. Les mécaniciens ne sauraient trop remercier M. Codron d'avoir su l'accomplir avec des ressources aussi faibles que celles dont il dispose. Ces travaux sont loin d'ailleurs d'être terminés, l'auteur les poursuit infatigablement; mais il faudra, malgré tout, quelques années encore pour mener à bonne fin cette contribution capitale à la technologie des machines-outils.

G. R.

2° Sciences physiques

Barus (Carl), *Professeur de Physique à l'Université de Brown, à Providence (États-Unis).* — **A continuous Record of atmospheric Nucleation.** — 1 *vol. in-8° de 226 pages avec figures. Smithsonian Institution. Washington*, 1906.

Id. — **The Nucleation of the uncontaminated Atmosphere.** — 1 *vol. in-8° de 152 pages avec figures. Carnégie Institution. Washington*, 1906.

Le Professeur Barus est peut-être de tous les physiciens celui qui a le plus écrit sur la question des « noyaux de condensation » ; et, si ses travaux sur ce sujet l'ont conduit parfois à des conclusions théoriques fort discutées, il n'en reste pas moins qu'on lui doit la découverte de faits expérimentaux importants, et notamment de la propriété qu'a le phosphore de provoquer une condensation intense dans un jet de vapeur.

La plus grande partie des deux ouvrages actuels est relative à des expériences variées, et souvent curieuses malgré leur complication apparente, sur la production de gouttelettes d'eau qui a lieu au sein de l'air primitivement saturé d'humidité, et exposé aux rayons X, ou à ceux du radium, lorsqu'on soumet cet air à une détente brusque. Le gaz étudié est éclairé au moyen d'un dispositif spécial, et l'auteur obtient, grâce à la dimension et à la couleur des *couronnes* de diffraction observées, une estimation de la grosseur et, indirectement, du nombre des gouttelettes formées. Ce que l'auteur appelle « nuclei » (que l'on peut traduire par « noyaux de condensation », ou pour abréger « noyaux »), ce sont les centres particuliers, produits dans le gaz par le rayonnement actif, ou préexistants, et autour desquels se forment les gouttelettes.

De ses expériences, M. Barus est amené notamment à conclure qu'il existe dans les gaz deux sortes de « noyaux », les uns éphémères en quelque sorte, exigeant pour provoquer la condensation une sursaturation assez élevée, les autres, ou « noyaux résiduels », de bien plus grande dimension, produisant par contre la condensation pour des détentes beaucoup plus faibles; les « noyaux » de la première catégorie paraissent d'ailleurs passer progressivement à l'état de « noyaux résiduels ». M. Barus semble n'avoir pas eu connaissance de divers travaux antérieurs sur la question, dans son explication de la stabilité des noyaux résiduels : il y a plusieurs années déjà, M. J. J. Thomson a montré que l'évaporation de petites gouttelettes d'eau doit cesser de se produire, même dans une atmosphère non saturée, lorsque leur diamètre dépasse une certaine valeur en rapport avec la tension superficielle minima des couches minces; et une théorie ayant une base analogue, et qui explique la permanence de certains ions à faible mobilité, a été donnée récemment par MM. Langevin et Bloch.

Ici se pose la question qui paraît surtout avoir préoccupé M. Barus, et sur laquelle il émet des conclusions qui seront fort discutées : N'y a-t-il pas identité entre les « noyaux » et les charges électriques libres ou « ions », dont l'étude de la conductibilité électrique des gaz a mené à concevoir l'existence? Les ions sont produits au sein des gaz par les mêmes radiations que les « noyaux » ; comme ceux-ci, ils se subdivisent nettement en deux catégories : les ions à grande mobilité, assez éphémères à cause de la vitesse relativement élevée de leur recombinaison, et les « gros ions » à faible mobilité, beaucoup plus stables; comme les « noyaux », enfin, les ions ont la propriété de provoquer la condensation de la vapeur d'eau. M. Barus ne conteste rien de tout cela, et pourtant il conclut hardiment de ses expériences que les « noyaux » sont complètement distincts des « ions », c'est-à-dire que la charge électrique est une propriété accidentelle, mais non nécessaire, des centres de condensation. Bien que cette affirmation, lorsqu'elle a été émise, ait rencontré un peu de scepticisme chez certains partisans trop exclusifs de la théorie des ions, il est certain que, sur un point au moins, nous voulons dire en ce qui concerne les « noyaux résiduels », elle a été mise hors de doute par l'expérience. Il ressort, en particulier, très nettement des recherches d'Eugène Bloch, que la condensation produite par le phosphore, notamment, et les gaz récemment préparés, a lieu non seulement autour des « gros ions », mais aussi en grande partie autour d'autres centres de dimensions analogues, mais électriquement neutres, et qui sont peut-être les produits de la recombinaison des gros ions.

Restent les « noyaux éphémères » de Barus; sont-ils essentiellement distincts des ions à grande mobilité, comme il l'affirme? Il est permis d'avoir encore quelques doutes à ce sujet.

Les expériences indépendantes de J. J. Thomson et A. Wilson ont montré, en effet, que, dans un gaz ionisé, le nombre des centres de condensation multiplié par la charge de chacun d'eux est égal au produit de la charge d'un ion par le nombre des ions à grande mobilité mesuré électriquement. M. Barus conçilie, il est vrai, ce résultat avec son hypothèse, en admettant que la production de chaque « noyau » est accompagnée de l'expulsion d'un électron. Seules, de nouvelles expériences pourront élucider ce point et établir ce qu'il y a de vrai dans cette hypothèse. En tout cas, semble-t-il, rien n'empêche *a priori* de penser que le produit de la recombinaison des ions ordinaires, ou quelque autre centre particulier, électriquement neutre, soit capable, lui aussi, de provoquer la condensation, comme c'est le cas des gros « noyaux » stables.

La dernière partie du travail de M. Barus expose des séries de mesures continues de la teneur en « noyaux » de l'air atmosphérique, effectuées simultanément en deux stations assez éloignées (Block-Island et Providence). De ces stations, la première au moins est à l'abri de toute cause artificielle de « nucléation » : dans toutes deux, on a constaté nettement que la teneur en « noyaux » de l'atmosphère paraît passer par un maximum très accentué au voisinage du solstice d'hiver, par un minimum au solstice d'été. Il sera curieux de rechercher si ce phénomène est général sur le globe et s'il n'a pas quelque rapport avec la hauteur de pluie qui tombe aux diverses saisons, ou peut-être avec la pression de radiation due au rayonnement solaire.

Tels quels et bien qu'ils semblent heurter sur certains points l'orthodoxie de la théorie des ions, ces ouvrages de M. Barus sont intéressants; ils le sont par les expériences et les réflexions qu'ils exposent; ils le sont surtout par celles qu'ils suggèrent.

Ch. Nordmann,
Docteur ès sciences,
Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.

Dujardin (J.), *Constructeur d'instruments de précision.* — **Notice sur les instruments de précision appliqués à l'Œnologie.** 4e *édition.* — 1 *vol. in-8° de 550 pages avec 250 figures. (Prix : 4 fr.) Paris*, 1906.

Cette notice est destinée à vulgariser la Chimie œnologique et ses applications à la vinification, à l'analyse des vins, à la recherche de leurs falsifications, à la distillation, etc.

L'auteur n'est pas seulement un constructeur habile : c'est aussi un chercheur et un collectionneur, et l'on trouve, dans sa Notice, des renseignements historiques et des reproductions de gravures anciennes qui intéresseront les œnologues.

M. Dujardin reproduit les principaux règlements administratifs concernant les vins, et il décrit les essais qu'il est utile d'effectuer, aussi bien au vignoble que dans les chais des commerçants.

X. Rocques,
Chimiste-expert des tribunaux de la Seine.

3° Sciences naturelles

Bourcart (Dr Félix Ernest). — **Les Lacs alpins suisses. Étude chimique et physique.** — 1 *vol. gr. in-4° de* 127 *pages, avec* 22 *fig. Georg et Cie, éditeurs. Genève*, 1906.

C'est un excellent et très consciencieux travail que celui que vient de publier le Dr Félix Bourcart, sous le titre de « *Les lacs alpins suisses; étude physique et chimique* », et qui a été couronné par la Société Helvétique des Sciences naturelles. Il est évident que cet ouvrage, en 100 pages, n'est point à comparer aux trois volumes de la belle monographie du Léman par le professeur F.-A. Forel, ou à la monographie si complète du lac Balaton, dont les diverses parties, élaborées séparément par des physiciens et des naturalistes spécialistes, ont été groupées et mises en ordre par les soins d'une Commission formée au sein de la Société hongroise de Géographie de Budapest, sous la présidence du Dr Louis de Loczy. Néanmoins, le Dr Bourcart a apporté une précieuse contribution à nos connaissances relativement aux 33 lacs, amas d'eau sporadiques éparpillés sur les hauts sommets des Alpes, et pour lesquels il a recueilli un certain nombre de données physiques et chimiques.

Examinons la façon dont le Dr Bourcart a exécuté la tâche qu'il s'était proposé d'accomplir.

L'auteur commence par décrire le matériel dont il s'est servi; il indique de quelle manière il a réussi à le transporter dans ces régions souvent peu abordables, comment il a procédé aux recherches, exécuté les mesures, récolté les échantillons d'eau et de vase, les a conservés et enfin les a analysés dans le laboratoire.

Les instruments sont fort simples et connus de tous ceux qui se sont livrés à des études de limnologie ou d'océanographie. Peut-être ne sont-ils pas des meilleurs, mais ils sont suffisants. et l'auteur fournit par son exemple la meilleure preuve qu'il est beaucoup plus facile d'obtenir de bons résultats avec de médiocres outils et un opérateur habile et dévoué pour les manœuvrer, qu'avec des instruments parfaits et un homme médiocre. Le Dr Bourcart me permettra à ce propos une observation : il attribue l'invention du cône à recueillir la vase à M. Delebecque, ingénieur des Ponts-et-Chaussées, qui a examiné la plupart des lacs français. Il se trompe; on m'a fait l'honneur de m'en attribuer la paternité plusieurs années avant que M. Delebecque ait commencé à s'occuper de limnologie, et l'on avait tort, car il existait bien avant moi. D'ailleurs, à dire vrai, les services rendus par lui ne valent pas qu'on se dispute vivement la gloire de sa découverte.

Les procédés d'investigation n'ont rien de nouveau, non plus que le mode de conservation des échantillons. Quant à ce qui concerne l'œuvre du laboratoire, M. Bourcart n'a malheureusement pas eu le temps d'analyser les vases et il s'est borné aux échantillons d'eau. Il a ensuite comparé les résultats obtenus avec les données physiques recueillies par lui sur le terrain.

Le mode opératoire des dosages est très soigneusement décrit. Ils portent sur l'évaluation du résidu sec, le dosage de la silice, du fer et de l'alumine, l'acide sulfurique, la soude et la potasse, la chaux, la magnésie, le chlore, le manganèse, les matières organiques, l'hydrogène sulfuré et l'acide carbonique.

Les autres données physiques relatives à chaque lac étaient le nom et la situation du lac, l'altitude de son niveau, le caractère de ses rivages, la dimension et la constitution de son bassin, sa profondeur maxima, les variations de niveau annuelles, le nombre, le genre et le caractère des affluents ainsi que des émissaires, la nature du terrain sous-lacustre, la transparence et la couleur de l'eau, sa température à la surface et au fond. On voit combien ces particularités sont nombreuses. Il est cependant fâcheux que la plupart ne soient pas plus complètes et ne se rapportent, le plus souvent, qu'à la journée même où l'étude a été exécutée. On regrette aussi l'absence des cartes. L'auteur indique, il est vrai, la feuille de l'atlas de Siegfried où se trouve chacune d'elles; leur reproduction n'aurait rien fait perdre à l'ouvrage. Une planche ou deux auraient suffi; elles auraient rendu grand service et auraient certainement été plus utiles que les petites photographies représentant chaque lac et qui se trouvent dans le livre.

On ne saurait aborder ici le résumé, même succinct, de chacun des lacs étudiés. Ce qui importe est d'ailleurs de chercher la loi générale qui résulte d'une série de faits particuliers. Certes, il eût été assez présomptueux d'espérer trouver des lois d'une importance capitale, conduisant à des aperçus complètement nouveaux et inattendus, et pourtant les faits observés sont intéressants. Les lacs se trouvent à des altitudes comprises entre 1.000 et 2.000 mètres; ils sont presque toujours de faibles dimensions, le plus grand, celui de Sils, dans l'Engadine, possédant 5 kilom. de longueur sur 1 kilom. 400 de largeur; le plus petit, le lac Bleu, près de Berne, n'ayant pas 100 mètres. La profondeur varie : ceux dont les rives sont rocheuses et abruptes sont plus profonds que les lacs situés en terrain peu accidenté et bordés de tourbières; elle a varié de 83m6 (Poschiavo) à 4 mètres seulement (Lauenen). Les changements de niveau sont variables : forts pour ceux dont les affluents superficiels amènent des eaux provenant de la fonte des neiges, faibles quand les eaux sortent de sources dont le débit est presque toujours régulier. Ces changements dépendent aussi de l'écoulement, qui peut être sous-lacustre ou superficiel. Le caractère de l'eau varie avec la provenance de celle-ci : d'ordinaire limpide lorsqu'elle coule d'une source, d'un lac ou de champs de neige, trouble, au contraire, quand elle vient d'un glacier ou résulte du ruissellement. Le fond des lacs est constitué par une couche de vase, variable d'épaisseur et de composition, à moins qu'elle ne manque complètement si le mouvement de l'eau ne permet pas aux matières en suspension de se déposer. La teinte passe du gris clair au jaune, au brun ou au noir, et elle n'est jamais verte ou bleue. Le degré de limpidité n'est en rapport direct qu'avec la proportion des matières en suspension; la couleur dépend uniquement des substances dissoutes de nature organique et elle est la résultante de la couleur bleue de l'eau pure avec la teinte brune des solutions organiques.

Les données relatives à la température sont assez peu complètes; elles se bornent souvent à celle de la surface et, au plus, à celles de la surface et de la profondeur maxima. Encore cette dernière, n'ayant pas été prise avec un thermomètre à retournement, n'échappe pas à quelque critique; l'une et l'autre ne se rapportent qu'au jour de l'examen et l'on n'ignore pas que, surtout pour les eaux douces, l'économie thermique change considérablement avec la saison. Les valeurs obtenues ont toutefois montré que les températures superficielles sont toutes plus élevées que celles du fond et qu'elles dépendent du climat et surtout de la profondeur, étant d'autant plus chaudes que la profondeur est plus faible.

Un chapitre est consacré à la discussion des résultats des analyses d'eaux et à l'étude de l'action très complexe de l'eau sur les différentes matieres susceptibles de se rencontrer dans les bassins d'alimentation des lacs; l'action est mécanique et chimique, dissolvante, décomposante et par réactions mutuelles des matières dissoutes.

Un dernier chapitre établit une classification rationnelle des lacs alpins selon qu'ils possèdent un bassin siliceux ou calcaire; elle se résume par les deux lois suivantes :

La plupart des qualités de l'eau des lacs alpins résultent de la constitution tant géologique que chimique du bassin d'alimentation tout entier; d'autres

sont plutôt en relation avec les caractères spécifiques du bassin lacustre.

Les lacs qui se trouvent dans des conditions semblables présentent des propriétés physiques et chimiques analogues.

Cet aperçu montre combien est justifié notre jugement du livre du Dr Bourcart. Puisse ce travail ne pas tarder à être complété après une seconde visite à ces mêmes lacs, faite à une autre époque de l'année, en prenant des données physiques un peu plus nombreuses, en donnant des indications topographiques, en analysant les vases et en notant les divers changements accomplis. Après avoir exposé ainsi en quelque sorte une anatomie plus complète de ces amas d'eau, le Dr Bourcart en montrera la physiologie, et cette partie ne sera certainement ni la moins intéressante ni la moins féconde en aperçus nouveaux. J. THOULET,

Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Bruel (Dr André). — **Traitement des chorées et des tics de l'enfance. (Alitement et isolement, discipline psycho-motrice.)** — *Thèse de Paris.* 1 *broch. in-8° de* 100 *pages. G. Steinheil, éditeur. Paris*, 1906.

On étudie généralement comme formes nosographiques distinctes, d'une part les *chorées*, d'autre part les *tics*. Cette distinction est parfaitement justifiée : entre un vrai tiqueur et un vrai choréique, la confusion n'est guère possible. Il existe cependant entre les chorées et les tics, en particulier chez les jeunes sujets, des analogies pathogéniques et cliniques si fréquentes que le diagnostic reste souvent en suspens.

Il existe même une forme morbide à laquelle le Dr Brissaud a donné le nom de « chorée variable », type de transition entre la chorée et les tics, où les « mouvements nerveux » sont tantôt ceux de la chorée, tantôt ceux des tics.

Chorées et tics de l'enfance peuvent donc être confondus quelquefois en clinique; mais c'est surtout par les résultats obtenus avec une thérapeutique similaire que se manifeste la parenté morbide des deux affections.

Dans la chorée, un grand nombre d'agents médicamenteux ont été employés. Le salicylate de soude, l'aspirine, l'arsenic, l'antipyrine, la valériane, pour ne citer que les principaux, se sont montrés souvent efficaces; toutefois, la multiplicité même des traitements préconisés contre la chorée prouve qu'aucun de ces traitements n'a de valeur absolue.

Aussi, de très bonne heure, a-t-il fallu venir en aide aux médicaments en se servant des agents physiques. L'hydrothérapie, sous la forme du drap mouillé, de lotions, non pas froides, mais tièdes, des bains chauds ou tièdes, a réellement un effet sédatif marqué sur l'agitation des choréiques. On peut dire autant de bien de la cure d'air, de la cure de climat.

Selon le Dr André Bruel, une autre méthode de traitement paraît mériter la préférence. Cette méthode a été appliquée avec succès depuis plusieurs années par le Professeur Brissaud. Elle comporte : le *repos au lit* et l'*isolement*. On peut y adjoindre la *discipline psychomotrice* de Brissaud et Meige.

Lorsqu'on suit et qu'on observe un certain nombre de choréiques ainsi traités, il est facile de constater, en effet, que le repos au lit bien surveillé, un isolement qui quelquefois doit être complet, une gymnastique méthodique destinée à retenir l'attention fugitive des petits malades, doivent tenir une place de premier ordre dans le traitement; le résultat thérapeutique obtenu est toujours rapide et souvent complet. Ceci, bien entendu, n'exclut pas certains agents médicamenteux qui paraissent avoir donné de bons résultats dans les chorées rebelles; mais il y a tout lieu de croire qu'il ne faut y recourir que secondairement.

En ce qui concerne les tics, les effets des traitements médicamenteux se montrent absolument nuls. Pour cette raison, il n'y a pas très longtemps encore, les tics étaient considérés comme rebelles à tout traitement.

Les travaux successifs de Brissaud, Henry Meige, Feindel, ont démontré qu'il n'en était pas ainsi : les tics sont curables par un traitement approprié. Ici, de même que dans la chorée, l'alitement, l'isolement, la discipline psycho-motrice se montrent particulièrement efficaces.

Mais, pour les tiqueurs, on aura recours d'abord à la *discipline psycho-motrice*, puis à l'*alitement*, qui sera souvent mitigé, enfin à l'*isolement*, réservé aux cas graves. « Les procédés de traitement véritablement efficaces sont ceux qui, rationnellement institués, tendent à obtenir une régularisation méthodique des actes psycho-moteurs, en s'appuyant sur l'éducation motrice combinée à la psychothérapie. » La discipline psycho-motrice est une discipline médicale de l'immobilisation et des mouvements, qui comprend la combinaison de deux procédés : 1° immobilisation des mouvements; 2° mouvements d'immobilisation. Le premier procédé est une sorte d'entraînement à l'immobilité pendant un temps progressivement croissant; le second apprend à régulariser tous les gestes en remplaçant les mouvements involontaires, incorrects et intempestifs, par des mouvements voulus, corrects et opportuns.

A l'inverse des méthodes d'éducation physique, qui ont pour objectif de transformer des actes voulus en actes automatiques, la discipline psycho-motrice tend à supprimer les actes automatiques dont les tics font partie, et à développer le pouvoir frénateur et correcteur des centres supérieurs, volontaires.

En résumé, si l'on considère l'ensemble des résultats thérapeutiques exposés par le Dr André Bruel dans sa thèse, on est amené à conclure que deux modes de traitement sont particulièrement efficaces contre les chorées et les tics de l'enfance à savoir : l'alitement et l'isolement d'une part, la discipline psycho-motrice d'autre part.

L'alitement et l'isolement sont surtout recommandables pour les jeunes choréiques. La discipline psychomotrice convient plus spécialement aux jeunes tiqueurs. Mais, chez les uns comme chez les autres, l'alternance ou la combinaison des deux procédés thérapeutiques représente la méthode de choix.

L'alitement et l'isolement peuvent être pratiqués à demeure ou dans un établissement spécial. Ils comportent plusieurs degrés : *l'augmentation du séjour nocturne au lit avec alitement diurne gradué*; *l'alitement absolu avec isolement*; *l'alitement absolu avec isolement dans l'obscurité*.

La discipline psycho-motrice, applicable aux choréiques comme aux tiqueurs, ne vise pas simplement la disparition des « mouvements nerveux ». Elle a pour but la correction de toutes les habitudes fonctionnelles fâcheuses. C'est la *thérapeutique des mauvaises habitudes*.

Enfin, à ces modes de traitement essentiels, il peut être utile d'ajouter certaines médications : hydrothérapie tiède, aérothérapie, etc., et, dans quelques cas, surtout pour les jeunes choréiques, l'emploi de médicaments, en particulier la valériane, le fer, l'arsenic, l'antipyrine.

5° Sciences diverses

De Graffigny (H.), *Ingénieur civil.* — **Dictionnaire des termes techniques employés dans les Sciences et dans l'Industrie.** — 1 *vol. in-16 de* 840 *pages. (Prix : broché,* 12 *fr.* 50; *cartonné,* 14 *fr.) H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1906.

Intéressante réunion et explication d'environ 25.000 mots employés dans le langage technique et dont certains comportent jusqu'à vingt et trente significations différentes. Il y a là un travail considérable, fruit de longues années de recherches, et dont ingénieurs et industriels doivent être très reconnaissants à l'auteur.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 31 Décembre 1906.

M. H. **Becquerel** est élu vice-président de l'Académie pour l'année 1906.

1° Sciences mathématiques. — M. H. **Deslandres** décrit de nouveaux appareils enregistreurs de l'atmosphère solaire qu'il a réalisés à l'Observatoire de Meudon : spectro-enregistreurs, qui relèvent pour le disque entier les vitesses radiales de H et K et les épaisseurs des trois couches du calcium; enregistreurs de spectres, qui relèvent près des taches la composition chimique générale des vapeurs et leurs mouvements radiaux. — M. G. **Bigourdan** présente les observations différentielles de nébuleuses, faites entre 2 h. et 9 h. d'ascension droite, à l'Observatoire de Paris. — MM. P. **Vieille** et R. **Liouville** font connaître une méthode nouvelle de mesure des résistances opposées par les métaux à des déformations rapides.

2° Sciences physiques. — M. L. **Bloch** estime que l'ionisation accompagnant la détente des gaz est due au barbotage de ceux-ci à travers l'eau condensée à l'orifice de détente. — M. Em. **Bose** démontre que l'équation de Nernst et, par suite, l'équation différentielle de Duhem s'appliquent aux mélanges non-homogènes. — MM. Ph.-A. **Guye** et G. **Ter-Gazarian** ont déterminé le poids moléculaire exact du gaz chlorhydrique par la méthode de réduction à 0° des éléments critiques; il est de 36,469. On en déduit pour poids atomique du chlore la valeur 35,461. — M. M. **Houdard** a constaté que le carbone, sous ses trois états, se dissout dans le protosulfure de manganèse, d'où il se sépare par refroidissement à l'état de graphite. La quantité dissoute, en graphite, est d'environ 1,2 %. — M. G. **Gin**, en réduisant la rhodonite au four électrique, a obtenu un nouveau siliciure de manganèse, Si^2Mn^3 (D = 6,05). — M. D. E. **Tsakalotos** montre qu'on peut calculer les points de fusion des hydrocarbures $C^{16}H^{34}$ à $C^{60}H^{122}$ d'après la formule :

$$\Delta_n = \frac{85 - 0.01882(n-1)^2}{(n-1)},$$

où Δ_n est la différence entre le point de fusion d'un hydrocarbure de la série et celui de son homologue supérieur et n le nombre des atomes de carbone de l'hydrocarbure. — M. **Tchelinzeff** a reconnu que le remplacement, dans les éthers de la série grasse R.O.R, des radicaux les uns par les autres ne modifie que fort peu le caractère des valences complémentaires de l'oxygène. — M. L. **Henry**, en traitant la lactone butyrique par CH^3Mgl, a obtenu le glycol succinique biméthylé dissymétrique $(CH^3)^2C(OH).CH^2.CH^2.CH^2OH$, Eb. 158° sous 65 millimètres, qui est déshydraté par chauffage avec l'acide sulfurique en donnant l'oxyde de tétraméthylène biméthylé, Eb. 95°. — MM. Ch. **Moureu** et I. **Lazennec**, en condensant les hydrazines avec les nitriles acétyléniques, ont obtenu des pyrazolonimines. — MM. **Tiffeneau** et **Dorlencourt** montrent que la transposition de l'hydrobenzoïne n'est pas un cas isolé, mais une transposition commune à tous les glycols possédant un radical aromatique au voisinage de l'oxhydryle le plus résistant. — M. A. **Trillat** a constaté que les vins amers contiennent, à un moment donné, des doses anormales d'aldéhydes et d'ammoniaque. Il se forme dans ces conditions des résines d'aldéhydes, qui leur communiquent la propriété amère.

3° Sciences naturelles. — M. N. **Vaschide** a constaté que le sommeil diurne est moins réparateur et moins reposant que le sommeil nocturne, toutes les fonctions de l'organisme subissant des perturbations notoires pendant le sommeil diurne, en tant que rythme et constance. — M. A. F. **Llobet** signale les excellents résultats obtenus par l'emploi de l'iode, administré par les voies digestives, dans le traitement de la pustule maligne. — MM. M. **de Rothschild** et H. **Neuville** décrivent une Antilope trouvée par eux dans la vallée de l'Ituri (Est africain) et qui constitue une espèce nouvelle, qu'ils nomment *Cephalophus Leopoldi*. — M. P. **Wintrebert** a observé que l'émanation du radium, dissoute dans l'eau, à une dose à peu près égale à celle qui se trouve dans les eaux thermales de Plombières, détermine un effet favorable sur le développement et la métamorphose des Batraciens. — M. L. **Bruntz** a reconnu que les formations lymphoïdes des Gammarides sont analogues aux formations lymphoïdes des Caprellides; mais leurs organes globuligènes ne correspondent pas aux organes frontaux. — M. Ed. **Heckel** montre que les phénomènes de mutation gemmaire peuvent être obtenus chez tous les *Solanum* tubérifères, sous l'influence de la superfumure; ils produisent les mêmes résultats que le croisement. — M. Ed. **Griffon** a constaté que, chez plusieurs Solanées, la greffe n'a pas mis en évidence d'influence spécifique morphologique du sujet sur le greffon, et réciproquement. — M. L. **Blaringhem** a reconnu que les mutilations violentes, faites à une époque convenable, constituent un moyen très puissant et méconnu jusqu'ici pour déterminer des variations brusques, héréditaires et progressives; par ce procédé, il a créé une variété nouvelle de maïs, le *Zea Mays pseudo-androgyna*. — MM. Eug. **Rousseaux** et Ch. **Brioux** ont étudié la culture de l'asperge dans l'Auxerrois et montrent que les besoins de cette plante en acide phosphorique, azote et potasse sont élevés. — M. L. **Bertrand** précise les détails des charriages vers le Nord qu'il a indiqués dans les Pyrénées, entre la vallée de l'Ariège et le Roussillon. — M. St. **Meunier** rappelle d'anciennes expériences de M. Daubrée et de M. de Chancourtois relatives à l'imitation artificielle des chaînes de montagne, et tout à fait analogues à celles qu'a présentées récemment M. Hirtz.

Séance du 7 Janvier 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. A. **Schoenflies** montre que le théorème de Borel représente une généralisation du théorème de Heine et il en donne une démonstration générale. — M. L. **Lecornu** étudie théoriquement le mouvement que prend une tige de turbine flexible aux très grandes vitesses de rotation. — M. J. **Merlin** déduit de mesures micrométriques faites lors de l'éclipse du 30 août 1905 qu'il y a lieu de corriger les positions relatives du Soleil et de la Lune données dans la *Connaissance des Temps*; toutefois, cette correction ne fait qu'avancer de 11, 1 sec. la position de la Lune sur sa trajectoire.

2° Sciences physiques. — M. Th. **Moureaux** indique la valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux au 1er janvier 1907. — M. P. **Weiss** déduit de l'étude des propriétés magnétiques du fer que la molécule de fer α, β et γ se compose de deux atomes, tandis que celle du fer δ se composerait de trois atomes. — M. J. **Bergonié** montre que le voltmètre électrostatique, placé en dérivation sur un tube de Crookes, donne des indications proportionnelles au degré radiochromométrique des rayons que celui-ci émet et peut donc servir à mesurer ce degré. — MM. G. **Urbain** et C. **Scal** ont étudié le spectre de phosphorescence

ultra-violet des fluorines : il est assez variable, phénomène qui doit être attribué à la dilution plus ou moins grande de la gadoline dans le fluorure de calcium. — M. **P. Carles** a recherché la présence du fluor dans un grand nombre d'eaux minérales et l'a trouvé dans presque toutes les eaux françaises en quantités variant de 2 à 18 milligrammes par litre. — MM. **H. Moissan** et **T. Watanabe** ont pratiqué la distillation des alliages d'Ag et Cu, Ag et Sn, Ag et Pb au four électrique. Les résultats permettent de classer ces métaux dans l'ordre de volatilité suivant : Pb, Ag, Cu, Sn, le premier étant le plus volatil. — M. **V. Thomas** a constaté que la chloruration par un courant de Cl en présence de chlorure thalleux transforme les carbures aromatiques en dérivés mono- ou polychlorés, et les dérivés monobromés et monoiodés en dérivés chlorobromés et chloroiodés. — M. **P. Carré**, en réduisant par Zn et la soude alcoolique la *p*-nitrobenzophénone, a obtenu un mélange de *p*-azo- et de *p*-azoxybenzophénone; dans les mêmes conditions, la *m*-nitrobenzophénone fournit de la *m*-azoxybenzophénone. — M. **G. Gastine** propose l'emploi de la lumière polarisée pour la recherche microscopique des amidons composés du riz et du maïs dans la farine de froment.

3° Sciences naturelles. — MM. **Ed. Toulouse** et **H. Piéron** expliquent, par l'influence de l'activité et de l'habitude, les irrégularités qui caractérisent les changements du cycle nycthéméral de la température. — M. **J. Kunstler** considère le centrosome comme le centre cellulaire primitif, ayant précédé le noyau; son rôle semble être resté essentiellement reproducteur. — M. **S. Leduc** répond aux critiques adressées à ses « cellules artificielles » : pour lui, elles réalisent nettement les phénomènes de croissance et de nutrition. — M. **J. de Loverdo** montre que le procédé de conservation des œufs par le froid (à une température constante de — 1° et à un degré hygrométrique aussi rapproché que possible de 78 °/₀) est de beaucoup supérieur à celui de la conservation par la chaux. — M. **Ch. Gravier** a déterminé les Annélides polychètes rapportées par la Mission antarctique française; elles sont en relation étroite avec celles de l'extrémité sud de l'Amérique. — MM. **W. Kilian** et **L. Gentil** ont constaté, par l'étude des fossiles rapportés par le second, l'existence de l'Hauterivien et du Barrémien dans l'Atlas occidental marocain.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Janvier 1907.

M. **L.-E. Bertrand** montre que tous les types de dysenteries bacillaires peuvent se compliquer d'abcès du foie; ceux-ci n'ont pas d'origine purement spécifique. — M. **J. Bertillon** lit un Mémoire sur la fréquence des principales causes de décès à Paris pendant la seconde moitié du XIXe siècle.

Séance du 8 Janvier 1907.

MM. **A. Poncet** et **R. Leriche** montrent que rien n'est si commun dans l'histoire des arthritiques que la tuberculose plus ou moins latente ; pour eux, les lésions dites arthritiques ne sont fréquemment que l'expression de tuberculoses locales bénignes, la densification du tissu fibreux étant due à l'action des toxines diffuses du microbe causal. — M. **Kermorgant** présente un Rapport sur les maladies endémiques, épidémiques et contagieuses qui ont régné dans les colonies françaises en 1905. — M. **Le Dentu** communique les résultats éloignés de 53 opérations d'amputation du sein pour cancer épithélial. La survie moyenne après l'opération a été de quatre ans quatre mois et demi, et dans six cas elle a été supérieure à douze ans. L'auteur conclut que l'amputation du sein peut donner de meilleurs résultats qu'on ne le croit généralement si l'intervention est précoce et large. — M. le Dr **Lagrange** lit un travail sur un nouveau traitement du glaucome chronique simple.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 29 Décembre 1906.

M. **Ch. Richet** a constaté que la dose mortelle de subéritine, rapportée au kilogramme d'animal, est extrêmement variable, par suite des idiosyncrasies diverses qui existent chez les individus d'une même espèce. — MM. **M. Doyon, A. Morel, Cl. Gautier** et **G. Péju** ont constaté que les solutions salées circulant dans le corps pendant la vie ou aussitôt après la mort entraînent des substances albuminoïdes intra-cellulaires que n'entraîne pas le sang défibriné. — M. **A. Ferranini** a observé que l'acide chlorhydrique agit comme antiseptique sur la pepsine; en y ajoutant des peptones, on peut diminuer cette action antiseptique. — M. **G. Stodel** a remarqué que si, à du sang défibriné, on ajoute de l'émulsine, celle-ci reste tout entière dans le sérum; on peut rechercher ce ferment dans le sang en faisant agir le sérum sur l'amygdaline; le sérum diminue l'activité de l'émulsine. — Mlle **Lévy** a reconnu que la lécithine hémolyse les globules rouges de cheval. — M. **Ch. Lesieur** a constaté que la bile des animaux normaux ou rabiques, ainsi que les sels biliaires isolés, sont capables de neutraliser *in vitro* le virus rabique, au bout de quelques minutes de contact. — Mme **Z. Gatin-Gruzewska** a observé que le glycogène extrêmement purifié ne précipite pas par l'hydrate de fer colloïdal. — MM. **Rist** et **L.-G. Simon** montrent que les lésions histologiques de l'appendicite gangreneuse sont sous la dépendance étroite des microorganismes. — M. **F. J. Bosc**, en injectant à des malades un sérum anticancéreux obtenu par inoculation à l'âne et au mouton de produits cancéreux humains, a observé au niveau des tissus cancéreux des réactions spécifiques manifestes et une amélioration de l'état général; mais le processus cancéreux n'est arrêté que temporairement. — M. **A. Giard** signale la découverte, faite par M. E. Bordage à La Réunion, de l'hôte longtemps inconnu du *Kepon typus* : c'est un crabe, le *Grapsus strigosus*. — M. **L. Lapicque**, à propos des observations récentes de M. Bohn, estime impossible que le rythme des marées, irrégulier, puisse s'imprimer dans la matière vivante qui y est soumise. M. **G. Bohn** répond que les faits sont là qui contredisent les idées de M. Lapicque. — M. **P. Salmon** montre que la douleur consécutive aux injections superficielles de sels mercuriels solubles peut être calmée par une injection anesthésique profonde dans la même région. — M. **E. Trouessart** signale la conformation spéciale de l'oreille moyenne et interne et la forme particulière de l'os temporal qui la recouvre chez les Lémuriens, différentes chez ceux de Madagascar et ceux du reste de la terre. — M. **E. Gley** rappelle que ses recherches ont montré que la suppression du pancréas enlève au foie la propriété de fixer le sucre qui lui arrive. — M. **Ch. Dhéré** a constaté que le spectre d'absorption violet et ultra-violet de l'oxyhémoglobine présente deux bandes, dont l'une est signalétique de l'hématine et l'autre de l'oxyhémoglobine. — MM. **L. Jammes** et **A. Martin** ont reconnu que la nature du milieu n'a qu'une influence peu marquée sur le développement embryonnaire de l'œuf d'*Ascaris vitulorum* en solutions artificielles; l'embryon se forme à 33°, mais il n'éclôt qu'entre 38° et 40°. — MM. **R. Leriche** et **F. Villemin** montrent que l'artère coronaire n'est pas une branche collatérale d'un tronc gastro-hépatique, mais une artère principale en Anatomie normale. — M. **J. Basset** critique les vues de M. A. Calmette sur la pathogénie de l'anthracose pulmonaire; pour lui, toutes les expériences faites infirment nettement la théorie de l'origine intestinale. — MM. **J. Basset** et **Carré** montrent également que les expériences de M. Calmette sur l'origine intestinale de la pneumonie sont sujettes à critique. — M. **M. Nicloux** a constaté que le seuil de l'anesthésie par l'éther est atteint lorsque le sang artériel renferme 105 à 110 mgr. d'éther

pour 100 c. c.; la mort est obtenue avec des doses voisines de 160 à 170 mgr. — MM. **Cl. Regaud** et **J. Blanc** ont reconnu que, des parties constituantes de la cellule, c'est la chromatine qui paraît la plus sensible aux rayons X. — M. **H. Iscovesco** a observé que la fibrine mise dans un champ électrique est nettement électro-positive. — M. **V. Henri** et Mlle **Philoche** présentent une nouvelle théorie de l'action des diastases, qu'ils considèrent comme des catalysateurs colloïdaux spécifiques; pour qu'une diastase puisse agir sur un corps donné, il faut que ce corps puisse être *adsorbé* par les granules de la diastase. — MM. **V. Henri**, **H. Iscovesco** et **A. Mayer** exposent les conditions générales de la formation des complexes colloïdaux. — Mlle **P. Cernovodeanu** a constaté que l'hémolyse produite par un mélange de deux sérums peut être supérieure, égale ou inférieure à la somme des hémolyses partielles produites par chacun des deux sérums séparément, suivant que les sérums s'activent, sont indifférents ou se neutralisent. — M. **V. Henri** présente une nouvelle cuve spectrophotométrique. — MM. **Léopold-Lévi** et **H. de Rothschild** signalent l'existence de certains œdèmes transitoires, liés au mauvais fonctionnement thyroïdien.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 18 Décembre 1906.

MM. **van Gaver** et **P. Stephan** ont observé une participation directe des spermatozoïdes aux phénomènes de l'ovogenèse chez le *Saccocirrus papillocercus*. — M. **A. Billet** propose de renforcer la solution de Romanowsky-Giemsa du commerce par quelques gouttes de bleu carbonaté pour faire apparaître certaines altération de la cellule-hôte des Sporozoaires et Hématozoaires. Cette même méthode a permis à l'auteur d'établir la diagnose différentielle des formes annulaires des Hématozoaires du paludisme.

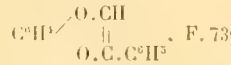
SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 23 Novembre 1906.

M. **Dubrisay** attribue les phénomènes d'explosion auxquels donnent souvent lieu les allumettes à pâte chloratée à une déshydratation trop profonde du bouton de l'allumette. On peut sécher sans inconvénients ces allumettes à des températures assez élevées en introduisant dans les pâtes de très faibles doses de sulfate ferreux. — MM. **L. J. Simon** et **Ch. Mauguin** ont soumis à la saponification par KOH alcoolique l'éther phénylnaphtoquinoléine-dicarbonique et son dérivé dihydrogéné (obtenus dans l'action de la benzylidène-β-naphtylamine sur l'éther oxalacétique) : le premier donne le biacide ou l'éther acide correspondant; le second fournit de l'acide phénylnaphtoquinoléine carbonique et la quinoléine substituée qui en dérive. Dans la réaction de Döbner, les auteurs ont encore isolé un acide tétrahydrogéné et de la benzylnaphtylamine. — M. **Sommelet** a cherché à faire la synthèse des cétones $R.CO.CH^2OC^2H^5$. La réaction de Friedel et Crafts ne donne pas de résultats. L'hydrolyse de l'éthoxyacétylacétone, préparée par la réaction de Claisen, ramène presque entièrement aux corps générateurs. Enfin, la réaction de Blaise (action des dérivés organomagnésiens sur l'éthoxyacétonitrile) a conduit au résultat cherché. L'éthoxyacétonitrile se prépare avec un bon rendement par l'action des cyanures de Hg ou Ag sur l'éther oxyde méthyléthylique chloré. — MM. **R. Lespieau** et **G. Dupont**, par l'action de l'oxyde de méthyle monochloré sur le bromacétylure de magnésium, ont obtenu la diméthyline du glycol acétylénique, Eb. 64° sous 14 mm.

Séance du 14 Décembre 1906.

M. **I. Lazennec**, par l'action de la bromacétophénone sur la pyrocatéchine monosodée, a préparé l'*o*-oxyphénoxyacétophénone $C^6H^4(OH)O.CH^2.CO.C^6H^5$, F. 111°, qui se déshydrate sous l'action de la chaleur en donnant la phényléthène pyrocatéchine :

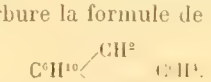


$$C^6H^4\begin{matrix}O.CH\\ \|\\ O.C.C^6H^5\end{matrix}, \quad F.\ 73^\circ.$$

— M. **E. Berger** oxyde rapidement le soufre à froid en le mettant dans l'acide nitrique additionné d'un peu de KBr. On évapore en présence d'HCl et reprend par l'eau. — MM. **G. Bertrand** et **M. Javillier** séparent le zinc de solutions très diluées de ce métal en les traitant par un excès de chaux et d'AzH^3; on filtre, puis fait bouillir pour chasser AzH^3. Le zincate de chaux se précipite avec un peu de carbonate; on le filtre et, après dissolution par HCl, on sépare la chaux par l'oxalate en milieu fortement ammoniacal. Le zinc restant dans la liqueur est transformé en sulfate et titré. — M. **Brachin** a condensé avec les composés organohalogéno-magnésiens : 1° les aldéhydes acétyléniques R.C ⋮ C.CHO, qui lui ont donné des alcools secondaires R.C ⋮ C.CHOH.R'; 2° les acétones acétyléniques, qui lui ont donné des alcools tertiaires R.C ⋮ C.COHR'R'', déshydratables par distillation en fournissant des carbures à la fois éthyléniques et acétyléniques. — MM. **Ch. Moureu** et **Biquard** : Les gaz rares des sources thermales (voir t. XVII, p. 1036).

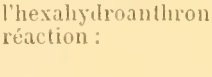
Séance du 28 Décembre 1906.

M. **Marcel Godchot**, en poursuivant l'étude de l'octohydrure d'anthracène et de ses dérivés, a été conduit à assigner à ce carbure la formule de constitution :



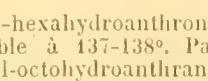
$$C^6H^{10}\begin{matrix}CH^2\\ \\ CH^2\end{matrix}C^6H^4.$$

Il montre que l'hexahydroanthrone s'unit aux aldéhydes suivant la réaction :



$$C^6H^{10}\begin{matrix}CH^2\\ \\ CO\end{matrix}\Big\rangle C^6H^4 + R.CHO = C^6H^{10}\begin{matrix}C:CH.R\\ \\ CO\end{matrix}\Big\rangle C^6H^4 + H^2O.$$

La benzylidène-hexahydroanthrone, par exemple, est cristallisée, fusible à 137-138°. Par réduction, elle fournit le benzyl-octohydroanthranol, fusible à 169-170°, qui, par perte d'eau, donne le benzyl-hexahydrure d'anthracène, liquide bouillant vers 255-258° sous 20 millimètres, caractérisé par le picrate, fusible à 120°. L'auteur indique ensuite que l'hexahydroanthrone, en présence des dérivés organo-magnésiens, donne, sinon les alcools tertiaires prévus par la théorie, du moins les carbures obtenus par déshydratation de ces alcools :



$$C^6H^{10}\begin{matrix}R\quad OH\\ \diagdown\ \diagup\\ C\\ \\ CH^2\end{matrix}\Big\rangle C^6H^4 = H^2O + C^6H^{10}\begin{matrix}R\\ |\\ C\\ \|\\ CH\end{matrix}\Big\rangle C^6H^4.$$

— M. **Ch. Moureu**, en son nom et au nom de M. **I. Lazennec**, communique les résultats obtenus dans la condensation des hydrazines avec les nitriles acétyléniques. — M. **H. Guillemard** expose quelques réactions, à l'aide desquelles il a pu doser séparément les nitriles et les carbylamines dans un mélange de ces deux isomères; ces méthodes de dosage lui ont permis d'étudier les proportions de ces deux corps qui prennent naissance dans l'alcoylation des cyanures métalliques. — M. **Sommelet** communique les premiers résultats obtenus par lui dans l'étude des dérivés α-alcoylés de l'acroléine. Ces composés se forment d'une façon très générale quand on décompose, par chauffage avec l'acide oxalique desséché ou l'acide formique cristallisable, les diéthers-oxydes $R.COH(CH^2OR')^2$ de triols à fonctions immédiatement voisines. Ces éthers-oxydes eux-mêmes sont préparés, avec d'excellents rendements, par la condensation, avec les éthers-sels, de l'éther-oxyde chlorométhyléthylique, en présence de magnésium, dans des conditions particulières.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 15 Novembre 1906.

M. **F. Soddy** : *Emploi du calcium comme absorbant pour les gaz.* Au moyen d'un four électrique spécial, entouré d'un tube de porcelaine et enclos dans un tube de verre, l'auteur a pu chauffer des réactifs dans le vide, dans un appareil en verre doux scellé, à une température bien supérieure à celle du point de ramollissement du verre. Le calcium, chauffé de cette façon, absorbe tous les gaz connus, à l'exception de ceux du groupe de l'argon. Le vide élevé obtenu rapidement par l'absorption des gaz par le calcium est au moins égal au vide maximum réalisé par d'autres procédés. En faisant entrer de l'air dans l'appareil et absorbant tous les gaz, sauf l'argon, il est possible de faire ensuite passer une décharge et d'étudier commodément le spectre de ce dernier corps. — M. **A. J. Berry** décrit une méthode pour déterminer le degré du vide dans un flacon de Dewar par la mesure de la vitesse d'évaporation de l'air liquide dans celui-ci. — M. **H. St. Allen** : *La fatigue photoélectrique du zinc.* L'observation de Hertz, que la lumière ultra-violette peut faciliter le passage d'une étincelle électrique, a conduit à la découverte d'autres actions photoélectriques. Dans les premières expériences sur l'effet photoélectrique des métaux, on remarqua que l'action était diminuée par l'exposition à la lumière. Ainsi Hallwachs, qui a trouvé qu'un métal devient positivement électrisé sous l'influence d'une lumière ultra-violette, établit que de « vieilles surfaces ne présentent plus le phénomène. La radiation elle-même abaisse le potentiel auquel les plaques peuvent être électrisées; de sorte que, dans une expérience subséquente faite avec la même surface, le potentiel obtenu est plus faible, tandis que son élévation se produit plus rapidement et que la décroissance est plus forte que lorsque, pour le même intervalle de temps entre les expériences, la plaque n'était pas illuminée ». Cette diminution d'action photoélectrique est désignée sous le nom de « fatigue » des métaux sous l'influence de la lumière, et a attiré l'attention d'un grand nombre de physiciens. Le présent Mémoire se rapporte à la manière dont l'activité photoélectrique du zinc diminue lorsque le métal est exposé à la lumière. Les expériences décrites montrent qu'il est nécessaire d'employer la somme de deux termes exponentiels afin d'obtenir une représentation adéquate pour la courbe de fatigue photoélectrique du zinc. De la même façon que Rutherford a expliqué les courbes de déperdition pour l'activité excitée du radium et du thorium comme une conséquence de changements successifs, il est aussi possible d'expliquer les résultats présents comme dus à deux changements consécutifs. La nature des modifications ainsi suggérées n'est pas élucidée. Il est aussi démontré que les ondulations lumineuses plus longues peuvent apporter un changement dans le sens opposé, c'est-à-dire qu'elles peuvent produire une certaine quantité de recrudescence d'activité photoélectrique.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

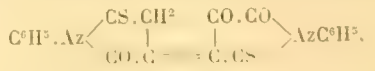
Séance du 14 Décembre 1906.

La séance a été consacrée à la visite d'une intéressante exposition d'appareils de Physique dus à divers constructeurs anglais.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 20 Décembre 1906.

M. **F. R. L. Wilson** décrit une nouvelle méthode pour la préparation d'hydrogène sulfuré pur dans les laboratoires. Le gaz impur résultant de l'action de HCl sur FeS est conduit sur de la chaux hydratée jusqu'à saturation; il se forme un hydrosulfure Ca (HS) (OH). On amène alors un courant de CO^2 qui se combine à la chaux sous forme de carbonate et met H^2S pur en liberté : $Ca(HS)(OH) + CO^2 = CaCO^3 + H^2O + H^2S$. — M. **V. H. Veley** a déterminé, à l'aide du méthylorange et d'un tintomètre, les constantes d'affinité des acides aminocarboxyliques et aminosulfoniques. Les acides aminocarboxyliques aliphatiques sont des substances neutres; leurs chlorhydrates sont complètement hydrolysés en solution. Les acides aminobenzoïques sont distinctement acides. — M. **H. Bassett jun.** montre que le phosphate dicalcique ne forme probablement qu'un seul hydrate, le dihydrate. Le phosphate monocalcique a été obtenu anhydre par cristallisation à 160° d'une solution de carbonate de calcium dans l'acide orthophosphorique dans le rapport $P^2O^5 : CaO = 4,6$. $CaHPO^4$ n'absorbe pas AzH^3; $CaH^2O^4.2H^2O$ l'absorbe à 100° avec formation de phosphates tricalcique et diammonique; $CaH^4(PO^4)^2$ absorbe AzH^3 à 100° avec formation de $Ca(AzH^4)^2H^2(PO^4)^2$, qui est décomposé par l'eau. — MM. **H. A. D. Jowett** et **F. L. Pyman** ont préparé la lactone de l'*o*-carboxyphénylglycéryltropéine, puis l'hydroxyacide correspondant, qui n'a aucune action mydriatique. Ce fait est contraire à l'hypothèse de Ladenburg, qui attribue l'action mydriatique à la présence d'un OH dans la chaîne latérale contenant le groupe COOH. — Les mêmes auteurs ont préparé l'acide cinnamoylsalicylique $CO^2H.C^6H^4.O.CO.CH : CH.C^6H^5$, par condensation de l'acide salicylique avec le chlorure de cinnamoyle; il fond à 155°, son éther méthylique à 71°. — MM. **J. J. Sudborough** et **J. Thomas** ont étudié la vitesse d'addition du brome à l'acide cinnamique et à ses éthers; elle varie énormément suivant que la réaction a lieu à l'obscurité ou à la lumière, étant bien supérieure dans ce dernier cas. — M. **J. W. Bruhl** montre que la supériorité de la rotation magnétique du $\Delta^{3:8(9)}$-*p*-menthadiène sur celle du limonène ou du dipentène isomères est due à la présence de deux doubles liaisons en position C:C.C:C dans la molécule du premier. — M. **D. L. Chapman** critique la théorie de la valence proposée par MM. W. Barlow et W. J. Pope et montre qu'elle ne peut être employée pour démontrer que la valence est une simple relation de volume. — M. le **Comte de Berkeley** détermine la densité exacte des cristaux au moyen du picnomètre en employant comme liquide le tétrachlorure de carbone. L'air adhérent aux cristaux est chassé par un courant de vapeur de CCl^4, tandis qu'ils sont placés dans le vide et le pycnomètre est rempli aussitôt après. — M. **G. Le Bas** montre que le volume moléculaire des hydrocarbures C^nH^{2n+2} peut être calculé par la formule $(6n+2)S$, et celui des alcools $C^nH^{2n+1}OH$ par la formule $(6n+4)S$, où S est égal à 2,970. — MM. **A. E. Dixon** et **J. Hawthorne**, en faisant agir le chlorure d'acétyle sur les aryl-thio-urées monosubstituées, ont obtenu des composés $ArAzH.C(AzH).S.COCH^3.HCl$; en leur enlevant HCl par $CaCO^3$, on obtient non la base libre, mais un isomère provenant de la migrate de l'acétyle : $CH^3CO.ArAz.CS.AzH^2$, lequel s'isomérise lui-même facilement en $CH^3COAzH.CS.AzHAr$. — MM. **W. H. Bentley**, **R. Robinson** et **Ch. Weizmann** ont préparé l'acide 3-méthoxyphtalique par l'oxydation du 1:5-méthoxynaphtol avec le permanganate, et l'acide 3-hydroxyphtalique par fusion du premier avec KOH. — MM. **W. H. Bentley** et **Ch. Weizmann** ont préparé l'acide 4-hydroxyphtalique pur, F. 205°, par fusion de l'acide sulfophtalique avec KOH. — MM. **W. H. Bentley**, **A. Friedl**, **F. Thomas** et **Ch. Weizmann** ont préparé un grand nombre de dérivés hydroxlés et amido-hydroxylés de la naphtacènequinone. — M. **S. Ruhemann**, en faisant réagir la thioacétanilide sur l'oxalate d'éthyle en présence d'éthylate de soude, a obtenu le dithioxanthoxalanile :



F. 235° avec décomposition; il est transformé par les alcalis dilués en un isomère, renfermant C.SH):CH au lieu de $CS.CH^2$, F. 195° avec décomposition. Par ébul-

lition avec KOH, un S est remplacé par O, et on obtient le thioxanthoxalanile, F. 216°-218° avec décomposition.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION CANADIENNE

Séance du 25 Octobre 1906.

MM. **H. E. Baker** et **W. R. Lang** rappellent qu'il est d'usage courant, dans la fabrication des fils d'acier, de plonger d'abord dans un acide les barreaux d'acier pour enlever la couche noire d'oxyde avant de les étirer en fils. Cette pratique détériore la qualité des barreaux, mais, si ceux-ci sont ensuite chauffés pendant plusieurs heures à 120°, ils sont restaurés presque complètement. Les auteurs ont soumis un certain nombre de barreaux à des essais physiques dans le but de mesurer l'importance de la détérioration et de la restauration ; les résultats montrent qu'il faut employer un acide faible et que la pratique du chauffage à 120° est parfaitement justifiée.

SECTION DE LONDRES

Séance du 3 Décembre 1906.

M. **H. W. Rowell** propose une nouvelle *méthode de détermination de l'antimoine*, applicable à ses alliages, dont l'emploi est maintenant assez répandu. Elle consiste à oxyder le chlorure antimonieux en chlorure antimonique par le bromate de potassium en solution chlorhydrique : $KBrO^3 + 3SbCl^3 + 6HCl = 3SbCl^5 + KBr + 3H^2O$. On se sert du méthylorange comme indicateur. — M. **M. W. Blyth** se demande si nous possédons actuellement une méthode sérieuse d'étalonnage des désinfectants et répond par la négative. La méthode de Rideal-Walker, qui établit le pouvoir germicide des divers désinfectants par comparaison avec l'acide carbolique, peut toutefois nous donner une idée de la valeur relative des désinfectants. Mais, en présence de matière organique, tous les désinfectants tendent à se rapprocher comme effet. Il y aurait donc lieu d'exprimer leur puissance par plusieurs figures répondant aux diverses conditions d'emploi. — M. **J. G. Parker** et **H. G. Bennett** étudient les méthodes d'analyse des matières tannantes et critiquent vivement celle de l'Association internationale, à laquelle ils préfèrent celle des chimistes américains.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 2 Novembre 1906.

M. **W. H. Coleman** décrit une méthode d'enregistrement graphique du travail des chambres de plomb, qui permet de juger facilement de leur fonctionnement et de remédier aux défauts ou d'augmenter la production si c'est nécessaire.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 27 Novembre 1906.

M. **S. R. Trotman** étudie les *méthodes de sélection de la benzine pour le dégraissage*. La meilleure benzine pour le dégraissage est celle qui ne contient point de fractions bouillant au-dessous de 80° et au-dessus de 110°, et dont la presque totalité bout entre 90° et 100°. Or, les méthodes actuelles d'essai ne renseignent pas du tout sur ce point. L'auteur propose une méthode nouvelle basée sur un essai de distillation fractionnée.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 3 Décembre 1906.

MM. **H. R. Procter** et **H. G. Bennett** présentent une étude sur le développement actuel des méthodes d'analyse des matières tannantes.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 25 Octobre 1906.

M. **A. Engler** présente une Note sur les conditions de végétation du Harrar et du Plateau des Galla. L'étude des collections très étendues du Dr Ellenbeck, comprenant plus de 2.000 espèces végétales, et qui ont été réunies lors d'une expédition dirigée par l'auteur, a eu des résultats importants tant pour la topographie végétale du Somaliland que pour celle du Harrar et du Plateau des Galla, inexplorés jusqu'ici au point de vue botanique. Les formations végétales de ces régions présentent, en général, de grandes analogies avec celles de l'Abyssinie, bien que les espèces singulières n'y manquent point.

Séance du 8 Novembre 1906.

M. **O. Struve** rend compte de ses recherches sur le mouvement séculaire du cinquième satellite de Jupiter. Les observations faites pendant les trois premières oppositions qui ont suivi la découverte de ce satellite, soit par M. Barnard à l'Observatoire de Lick, soit par l'auteur à celui de Pulkowa, ont été coordonnées parfaitement il y a dix ans par M. F. Cohn, le résultat le plus important étant une détermination approchée du mouvement des apsides et des nœuds. Tandis qu'il ne restait guère de doute relativement à une excentricité considérable de l'orbite, les conclusions se rapportant à l'inclinaison de la surface de l'orbite et au mouvement circulaire du nœud étaient moins certaines. L'auteur reprend ce problème, en utilisant toutes les observations faites pendant ces dernières années par les mêmes expérimentateurs. De ces recherches paraît résulter l'existence d'un mouvement séculaire plus grand : le chiffre proposé par l'auteur est de 916° par an. Le Mémoire original donne les éléments de l'orbite, en dehors du mouvement séculaire de la ligne d'apsides et de nœuds. — MM. **L. Holborn** et **S. Valentiner** présentent les résultats de leurs mesures de températures faites au moyen du thermomètre à azote et du photomètre spectral jusqu'à la limite de 1.600°. Les mesures jusqu'ici faites au moyen du thermomètre à azote (rapportées à la thermopile au platine-platine rhodium imaginée par M. Le Chatelier) n'allaient que jusqu'à 1.130°. Pour les étendre jusqu'à la limite de 1.600°, les auteurs remplacent le dispositif jusqu'ici employé par un tube chauffant vertical, évitant tout contact de la thermopile avec les parois du four. Le chauffage est effectué par un cylindre fermé en feuille de platine de $0^{mm},01$ d'épaisseur, recouvrant un tube en argile de 50 centimètres de longueur et 5,5 centimètres de diamètre. C'est ainsi qu'on réussit à réaliser l'échelle du thermomètre à azote jusqu'à 1.600° à $\pm$ 10° près. Cette échelle est reproduite par une thermopile protégée par un tube de verre de quartz et graduée au moyen des points de fusion. Pour mesurer le rayonnement noir par voie optique, il suffit de déterminer une seule température au moyen d'une thermopile graduée ou en se guidant sur un point de fusion. Toutes les autres températures sont déterminées au moyen de la formule des rayonnements.

Séance du 15 Novembre 1906.

M. **Zimmermann** présente une Note sur la représentation des lignes continues ou brisées à courbure plane. L'auteur fait voir que toute ligne pareille peut se représenter au moyen de l'aire et des moments statiques d'une surface obtenue en considérant les valeurs réciproques des rayons de courbure comme ordonnées d'une courbe limitant la surface. Les règles générales ainsi réalisées peuvent être utilisées pour résoudre bien des problèmes techniques d'une façon tout particulièrement simple et illustrative.

Séance du 22 Novembre 1906.

M. **Martens** explique et décrit le dispositif d'essais permanents qu'il vient de construire pour le Bureau des

Poids et Mesures à Gross-Lichterfelde. 20 machines automatiques y servent à déterminer la résistivité mécanique des métaux à l'état chauffé. Ces machines sont à commande hydraulique, à réglage électrique automatique et à contrôle au moyen d'une inscription automatique; des soupapes à mise hors d'action servent à les protéger.

Séance du 29 Novembre 1906.

M. **W. Dilthey** présente la suite de ses études sur les fondements des sciences philosophiques. L'auteur traite de la possibilité de concevoir l'idée d'une science philosophique, isolément et sans liens avec l'ensemble systématique. Après avoir ensuite considéré l'histoire des Sciences philosophiques, il étudie quelques théorèmes fondamentaux relatifs à leurs fondements. — M. Conze adresse une Note préliminaire, rédigée par M. **Graeber**, sur l'étude, faite sous les auspices de l'Académie, des acqueducs de Pergame. Cette étude était relative surtout au château d'eau de la conduite à pression, aux acqueducs romains, aux conduites longeant la pente septentrionale de la citadelle et enfin aux conduites de Soma ou de Kaikos. — M. **W. Nernst** présente une Note sur les relations entre l'évolution de chaleur et le travail maximum dans les systèmes condensés. Après avoir déduit sous une forme quelque peu modifiée les formules régissant les systèmes condensés en vertu du théorème thermique récemment développé par le même auteur, il applique le théorème en question à l'équilibre existant entre les antipodes optiques. C'est ainsi qu'il trouve les conditions d'équilibre bien connues, obtenues jusqu'ici exclusivement sur la base de la théorie moléculaire, mais qui se déduisent maintenant par voie purement thermodynamique. Après avoir ensuite étudié les conditions thermiques d'affinité dans la conversion du soufre prismatique en soufre octaédrique, l'auteur démontre l'applicabilité des nouvelles formules. Il discute enfin, au même point de vue, la formation des sels à eau de cristallisation et la force électromotrice de certaines combinaisons galvaniques. — M. Branco présente une Note de M. **O. Zeise** sur la flore d'éponges miocène d'Algérie, résumant les recherches faites par l'auteur sous les auspices de l'Académie au printemps de 1906. — M. Klein adresse un Mémoire de M. **F. Tannhauser** au sujet des études préliminaires pour un examen pétrographico-géologique de la chaîne de gabbros de Neurode. Après avoir passé en revue les différentes roches de cette chaîne de gabbros, l'auteur expose leurs rapports mutuels et notamment ceux qui existent entre le gabbro et le diabase; il discute enfin l'âge géologique de la chaîne. Ces recherches ont été également entreprises sous les auspices de l'Académie. — M. Klein présente ensuite une Note rédigée par M. **A. Schwantke** sur les basaltes de la partie occidentale du Groënland septentrional et sur les fers d'Uifak. Les conditions si remarquables de ces basaltes, renfermant du fer pur, ont donné lieu à bien des discussions. Après avoir bien apprécié la valeur des différentes hypothèses en présence, l'auteur incline à adopter l'hypothèse suivant laquelle les composés de fer seraient réduits dans le basalte par le charbon qu'il perce. La présence, dans le basalte, du fer groënlandais ne saurait être regardée comme preuve d'une condition quelconque de l'intérieur de la Terre. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 22 Novembre 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **A. Leon** : Sur l'équilibre élastique des corps de rotation qui tournent régulièrement et dont les directions de tension principale sont les directions des coordonnées.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **E. Lecher** montre expérimentalement, au moyen d'un nouveau calorimètre thermoélectrique, que l'effet Peltier, lorsqu'on renverse le courant qui le produit, change de signe sans que sa valeur numérique se modifie. Les expériences, faites sur la combinaison fer-constantan, donnent, pour la valeur de l'effet Peltier, $3{,}37 \times 10^{-3}$ g. cal. par coulomb à 20° C. — M. **E. Kielhauser** décrit quelques phénomènes lumineux qui se produisent quand on plonge des électrodes d'aluminium dans des solutions d'acide chromique, de bichromate de potassium et de chlorure ferrique. — M. **P. D. Quensel** estime que le point de fusion de la tridymite est un peu au-dessus de 1550° et que celui du quartz n'est pas identique, mais lui est supérieur d'environ 50° (vers 1625°). Il montre également l'existence d'un domaine de pseudo-équilibre entre le quartz et la tridymite de 1000° à 350°, où le quartz est stable jusqu'à 900°, et où la tridymite représente la forme stable au-dessus. — M. **C. Doelter** a également déterminé le point de fusion de la tridymite, qu'il place entre 1575° et 1580°. — M. **H. Meyer** a constaté de grandes différences de stabilité entre les acides cinchoniques alkylés. Il a préparé : l'α-phénylcinchonate de méthyle, F. 58°; l'amide α-phénylcinchonique, F. 155°; l'α-oxy-β-méthylcinchonate d'éthyle, F. 167°, etc.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **H. Rollett** montre que de petites quantités d'acides et d'alcalis, qui n'ont aucune influence visible sur les corpuscules sanguins, abaissent cependant leur résistance spécifique. En diluant diversement du sang avec du sérum, la dissolution électrique (par la décharge) a lieu plus rapidement là où il y a le plus de corpuscules. Enfin, l'agglutination des corpuscules produit une augmentation de l'hémolyse électrique.

Séance du 6 Décembre 1906.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **H. Mache** donne une nouvelle démonstration simple de la loi de la répartition des vitesses de Maxwell. — M. **F. Aigner** a étudié l'influence de la lumière sur les conducteurs chargés électrostatiquement. Le potentiel de contact est modifié par la lumière de telle façon que les rayons à ondes courtes abaissent plus fortement le caractère électropositif d'un métal que les rayons à ondes longues. Le changement de position dans la série des tensions par l'éclairement est accompagné d'une variation de la sensibilité photo-électrique. — MM. **R. Trebitsch** et **G. Stiasny** ont enregistré phonographiquement des chants et des récits dans la langue des Esquimaux du Groënland occidental pendant l'été 1906. — M. **H. Meyer** a constaté que les acides α-méthoxyquinoline-β-carbonique, α-méthoxycinchonique et α'-méthoxynicotique, chauffés au-dessus de leurs points de fusion, ne présentent pas la migration typique de l'alkyle vers l'azote. Le premier donne un anhydride désalkylé, F.330°; le second, l'éther isomère, F.255°; le troisième, l'oxyacide libre.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. **A. Grund** présente ses recherches physiogéographiques sur les deltas du grand et du petit Méandre. La nature salée des eaux profondes du delta du petit Méandre provient de l'extension ancienne de la mer sur ces régions; elle venait autrefois jusqu'à Ketshi-Kala. Dans la vallée du grand Méandre, la mer remontait autrefois jusqu'au-dessus de Sokia, mais le delta de ce dernier fleuve progresse rapidement. — M. **V. Apfelbeck** décrit les nouveaux Coléoptères qu'il a rapportés de son voyage en Albanie et au Montenegro.

Séance du 13 Décembre 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **G. Pick** : Sur des équations différentielles du deuxième ordre qui ne sont jamais singulières.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **A. Lampa**, après avoir discuté l'état actuel du problème de l'hystérésis diélectrique et montré qu'on s'est surtout occupé jusqu'à présent d'hystérésis diélectrique visqueuse et non d'hystérésis pure, indique une méthode pour déterminer cette valeur d'après l'observation des moments de rotation d'un corps de forme appropriée dans un champ

diélectrique. Les résultats de la théorie concordent assez bien avec ceux qu'on déduit des expériences de von Lang dans ce domaine.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Steindachner** donne la description de deux nouveaux *Corydoras* trouvés dans l'état de Piauhy (Brésil); ils sont désignés sous les noms de *C. treitlii* et de *C. julii*. — MM. **K.** et **L. Linsbauer** ont constaté que le seuil de l'excitation des filaments de *Centaurea jacea* a lieu, dans des conditions favorables, pour une intensité de choc de $2{,}08 \times 10^{-4}$ cm. g. De faibles intensités de choc ne déclanchent, chez les filaments de *Centaurea* comme chez les folioles de *Mimosa*, que des réactions sous-maximales. Chez ces deux plantes, on ne parvient pas à augmenter l'effet de l'excitation par la sommation d'excitations de choc intermittentes. — M. **F. Becke** : Le domaine-frontière du noyau du Hochalm au nord-ouest. — M. **V. Uhlig** : Le domaine mésozoïque des « Radstädter Tauern ». L. Brunet.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances d'Août, Septembre et Octobre 1906.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Ricco** résume les observations sur l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905, faites par lui à Alcala de Chivert, et décrit les particularités des photographies spectrales qu'il a obtenues. — M. **A. Viterbi** : Sur l'expression générale de la gravité en dehors d'une planète dont une surface extérieure d'équilibre est un ellipsoïde. — M. **E. Pascal** présente des considérations sur les covariants angulaires d'une forme différentielle d'ordre supérieur. — M. **B. Levi** poursuit ses recherches sur les fonctions dérivées et s'occupe des fonctions qui ont des dérivées en chaque point. — M. **M. de Franchis** étudie des surfaces irrationnelles du 5e ordre avec un nombre infini de coniques, et des surfaces plusieurs fois irrégulières du 5e ordre avec des points multiples.

2° Sciences physiques. — M. **A. Battelli** transmet ses recherches expérimentales sur la résistance des solénoïdes aux courants de haute fréquence, expériences qui confirment que, pour des courants alternatifs, le rapport entre la résistance ohmique R d'un fil recourbé en solénoïde et la résistance R′ du même fil distendu est égal à :

$$2\pi\sqrt{2}\sqrt[4]{\frac{\mu}{6T}}.$$

— M. **A. Battelli**, avec l'aide de MM. **A. Occhialini** et **S. Chella**, a fait des recherches sur la radio-activité des eaux et des gaz de San Giuliano en Toscane, reconnaissant que cette radio-activité est due à une émanation dont les caractères ressemblent, mais ne sont pas identiques, à ceux du radium; les auteurs se proposent d'étudier les propriétés physiques de l'émanation et d'en faire l'analyse spectrale. — MM. **A. Battelli** et **L. Magri** étudient l'hystérèse magnétique du fer, produite par des courants à haute fréquence. — M. **Guglielmo** décrit une méthode pour déterminer avec une grande exactitude, à l'aide des gouttes tombantes et d'une formule particulière, la tension des liquides. — M. **G. Ercolini** décrit les phénomènes produits par la déformation d'un fil métallique, soumis à des tractions et des flexions simultanées. — M. **A. Pochettino** a exécuté de nouvelles expériences pour comparer l'effet photoélectrique de l'anthracène avec celui du zinc, et pour rechercher la cause de la diminution de cet effet avec la répétition. — M. **F. Piola** décrit une méthode pour l'étude des variations qui se manifestent pendant la magnétisation, lorsque la matière qui parcourt un cycle magnétique donné se trouve assujettie à des charges oscillatoires très rapides, comme celles que l'on obtient avec les décharges des conducteurs. — Dans une autre Note, M. **Piola**, avec la collaboration de M. **Tieri**, étudie les variations magnétiques produites par la torsion dans le fer qui parcourt des cycles dissymétriques. — MM. **R. Nasini** et **G. Levi**, examinant la radio-activité des produits anciens et récents de l'éruption du Vésuve, ont trouvé que la radio-activité des sables et des lapillis diffère de celle des laves, et que les produits manifestent une activité plus grande avec leur ancienneté. — M. **G. Levi** a fait des expériences sur le pouvoir rotatoire du quartz à la température de l'air liquide, et a vu que, entre + 12° et — 180°, ce pouvoir ne subit aucune variation. — MM. **N. Parravano** et **G. Marini** s'occupent des propriétés de l'acide hypophosphorique (dont la formule est $H^4P^2O^6$) et de ses combinaisons. — MM. **G. Oddo** et **A. Colombano** ont trouvé un procédé d'extraction de la solanine du *Solanum sodomaeum* Linn., et en étudient les propriétés chimiques. — M. **E. Rimini** s'occupe du dosage hydrométrique des sels d'hydrazine et de leur emploi dans les analyses volumétriques. — M. **L. Francesconi** établit les rapports qui existent entre la fluorescence et la constitution chimique des substances organiques. — M. **L. Mascarelli** transmet les résultats de ses observations et de ses recherches sur les deux modifications de l'Iodure mercurique, le jaune et le rouge, et sur les moyens d'obtenir ces deux formes des solutions d'iodure, convenablement préparées. — Dans une autre Note, M. Mascarelli s'occupe de l'existence de produits d'addition entre les nitrodérivés aromatiques et les sels halogénés de mercure. — Le même auteur s'occupe, en outre, de la façon dont se comporte l'aldéhyde benzoïque en présence de l'iodobenzène et sous l'action de la lumière. — MM. **R. Ciusa** et **C. Agostinelli** ont fait des recherches sur les produits d'addition des dérivés du trinitrobenzène avec quelques substances aromatiques azotées. — M. **R. Ciusa** : Sur la formation et sur les réactions de la thiobenzanilide; action de l'hydroxylamine sur les cétones du type R.CH : CH.CH : CH.CO.R. — M. **A. Mazzucchelli** établit les conditions de la précipitation quantitative du peroxyde des solutions des sels d'uranyle, et en étudie en même temps les applications analytiques. — M. **G. Oddo** expose ses idées sur une disposition particulière des atomes, qu'il appelle *mésoédérie*, qui suppose qu'un atome d'hydrogène, au voisinage de deux éléments polyvalents, puisse partager entre eux sa valence, prenant une position d'équilibre stable moyen. — MM. **G. Plancher** et **R. Ciusa** : Sur quelques produits de condensation des pyrrols. — MM. **C. Ulpiani** et **A. Parrozzani** décrivent une nouvelle méthode pour déterminer la quantité d'acide citrique contenue dans le suc des citrons, à l'aide du chlorure de chaux avec adjonction de soude.

3° Sciences naturelles. — M. **F. Zambonini** présente une étude de la galène qui s'est formée dans la dernière éruption du Vésuve en avril 1906. — Le même auteur décrit les formes cristallines de l'épidote renfermé dans des cassures d'un exemplaire d'épidotite trouvé dans la vallée de Suse, près de Condone. — M. **L. Colomba** transmet ses recherches sur les cristaux de barytine de Traversella et de Brosso. — M. **G. Checchia-Rispoli** donne une description des Foraminifères que l'on rencontre dans les gisements éocéniques du cap Saint-Andrea, près de Taormine. — Mlle **D. Bruschi** expose les résultats qu'elle a obtenus par ses recherches sur la vitalité et la digestion de l'albumen dans les graines de maïs, de froment, d'orge et de seigle; on arrive à la conclusion qu'il y a une autodigestion de l'albumen, mais à un degré très différent dans les diverses espèces de graines. — M. **E. Carrasco** fait des observations sur l'aspect extérieur et sur la structure interne des *Pandanus*, un des groupes les plus intéressants des Monocotylédonées. — M. **N. Strampelli** annonce que, pour prévenir la maladie du charbon du blé, due à l'*Ustilago carbo*, on doit recourir non seulement aux médicaments ordinaires, mais aussi à un choix des variétés qui sont capables de résister à l'infection des ovaires par les spores transportées avec le vent. — MM. **G. Tizzoni** et **A. Bongiovanni** établissent les conditions pour obtenir la décomposition *in vitro* du virus rabique au moyen du radium. — M. **A. Her-**

litzka parle de ses recherches sur la catalase, c'est-à-dire sur les ferments de différentes origines qui décomposent l'eau oxygénée. — M. **A. Aggazzotti** a fait des expériences sur la réaction du sang dans l'air raréfié, qui conduisent à admettre que, non seulement par le séjour sur le Mont Rose, mais aussi sous la cloche pneumatique, les animaux présentent une diminution de l'alcalinité de leur sang; dans ce dernier cas, cette diminution est moindre que celle observée sur le Mont Rose. — M. **V. Ducceschi**, poursuivant ses recherches sur la physiologie de la respiration, s'occupe de la tonicité des muscles respiratoires. — MM. **N. Cerletti** et **G. Perusini** donnent les résultats d'une enquête qu'ils ont faite en examinant la glande thyroïdienne des enfants dans les écoles de Rome et des pays où existent le goître et le crétinisme; ils insistent sur la nécessité d'étudier cette grave question sociale à laquelle se rattache le développement normal, physique et intellectuel des individus. — M. **N. Cerletti** montre, avec expériences à l'appui, que les injections de suc d'hypophyse produisent constamment chez les animaux, cobayes et lapins, un retard dans l'augmentation du poids et dans le développement du squelette.

ERNESTO MANCINI.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Novembre 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen présente au nom de M. **H. J. Zwiers** : *Recherches sur la trajectoire de la comète périodique Holmes et sur les perturbations de son mouvement elliptique.* En janvier 1906, l'auteur a communiqué (*Rev. génér. des Sc.*, t. XVII, p. 302) ses recherches provisoires sur les perturbations qu'éprouverait la comète Holmes pendant son invisibilité depuis janvier 1900 jusqu'à janvier 1906; il y ajoutait une éphéméride détaillée de ses positions apparentes du 1er mai au 31 décembre 1906. Ce calcul a conduit à la redécouverte de la comète. Le 30 août, l'Observatoire de Leyde reçut la dépêche que la comète avait été retrouvée par M. M. Wolf, de l'Observatoire de Kœnigstuhl, près de Heidelberg, dans une photographie de la partie du ciel où elle devait se trouver, dans la nuit du 28 au 29 août. La position $\alpha = 61° 51'$, $\delta = +42° 28'$ (déterminée grossièrement au temps local $13^h 52^m 1$) s'accordait très bien avec le calcul. En deux autres occasions, M. Wolf a déterminé par la photographie la position de la comète, le 25 septembre et le 10 octobre. L'auteur examine les éléments provisoires et l'éphéméride donnée par ces trois observations. — M. **W. Kapteyn** : *Sur une classe particulière d'équations différentielles homogènes du second ordre.* L'auteur cherche à déterminer toutes les équations différentielles linéaires du second ordre $Ry'' + Sy' + Ty = 0$, où R, S, T sont des polynômes en x, jouissant de la propriété d'admettre comme deuxième intégrale particulière :

$$y_2 = \int_\alpha^\beta \frac{y_1(z)\,dz}{x - z},$$

$y_1(x)$ représentant une première intégrale particulière. — M. **J. C. Kluyver** : *Quelques formules sur les nombres entiers moindres que* n *et premiers avec* n. L'auteur généralise quelques formules dues à Kronecker. — M. **J. A. C. Oudemans** : *Occultations et éclipses mutuelles des satellites de Jupiter en 1908.* Seconde partie : éclipses (pour la première partie, voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVII, p. 1043). Ce travail, illustré par deux planches, se termine par une table, faisant connaître les particularités de 81 éclipses entre le 1er avril et le 20 mai 1908. L'auteur se demande si aujourd'hui on peut encore se fier aux tables de Damoiseau, formant la base des calculs du « *Nautical Almanac* ». La réponse est affirmative, si l'on excepte la première éclipse du satellite IV, qui arrive après une période de longue durée ne contenant pas d'éclipse. — M. P. H. Schoute présente au nom de M. **F. Schuh** : *Le lieu des couples de points communs et l'enveloppe des cordes communes de courbes faisant partie de trois faisceaux.* Première partie. Le lieu des couples de points par lesquels passent des courbes faisant partie de trois faisceaux d'ordres r, s, t est de l'ordre $3(rst+1) - 2(r+s+t) - (\alpha r + \beta s + \gamma t)$, α représentant le nombre des points d'intersection fixes communs des courbes du second et du troisième faisceau, etc. L'enveloppe des cordes communes est de la classe $3rst - 2(st + tr + rs) + (r+s+t) - (\alpha r + \beta s + \gamma t) + (\alpha + \beta + \gamma + \delta)$, δ représentant le nombre des points fixes communs des courbes des trois faisceaux.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **H. Kamerling Onnes** : *Contribution à la connaissance de la surface ψ de van der Waals.* XIII : *Un gaz qui coule au fond d'un liquide.* Dans le cas d'un gaz idéal et d'un fluide incompressible sans tension de vapeur, dans lequel le gaz ne se dissout pas, sous l'action de la pesanteur le gaz flotte sur le fluide dans le cas d'une pression minime, tandis qu'au contraire le fluide flotte sur le gaz dans le cas d'une pression assez élevée. Le dernier cas a été réalisé pa l'auteur en comprimant de plus en plus une quantité de gaz hélium au-dessus d'hydrogène liquide, ce qui revient à une application de la théorie des mélanges binaires, due à van der Waals. L'expérience prouve que la constante b de l'hélium est extrêmement petite, ce qui montre, en considérant la température critique très basse, que a est très petite aussi. La détermination des isothermes de l'hélium pourra seule décider si a est positive, nulle ou négative. — Ensuite M. **Onnes** présente, aussi au nom de M. **C. A. Crommelin** : *Post-scriptum à la communication N° 95 sur la comparaison de l'élément thermique constantan-acier au thermomètre à hydrogène* (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 48). — M. A. P. N. Franchimont présente au nom de M. **F. M. Jaeger** : 1° *Sur des substances à plusieurs états fluides stables et sur les phénomènes que présentent les fluides anisotropes*; 2° *Sur des transitions irréversibles de phase chez des substances à plusieurs états fluides.* — M. P. Zeeman présente au nom de M. **E. E. Mogendorff** : *Sur une nouvelle formule spectrale empirique.* L'auteur a essayé de corriger la formule :

$$n = \Lambda - \frac{N_0}{(m+a)^2},$$

en la remplaçant par :

$$n = \Lambda - \frac{10^{6,6775}}{\left(m + a + \frac{b}{m}\right)^2}.$$

Cette nouvelle formule donne des résultats beaucoup plus satisfaisants, même pour les premières raies d'une série. Les séries adjointes convergent assez bien vers une même limite et les résultats s'accordent avec la loi de Rydberg-Schuster. Les calculs se rapportent aux spectres du lithium, du sodium, du zinc, du thallium et de l'aluminium. Dans le cas de l'aluminium, les premières raies montrent des déviations encore trop sensibles, ce qui suggère l'idée d'une formule plus compliquée au dénominateur :

$$\left(m + a + \frac{b}{m} + \frac{c}{m^2}\right)^2.$$

— M. P. van Romburgh présente au nom de M. **N. H. Cohen** : 1° *Le lupéol*; 2° *Les α- et β-amyrines de djelamœng.* — Ensuite M. van Romburg présente encore la thèse de M. **A. J. Ultée** : « Bijdrage tot de kennis der Cyaanhydrinen » (Contribution à la connaissance des Cyanhydrines).

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 3 15 FÉVRIER 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Alexandre Herzen. — Alexandre Herzen, professeur ordinaire de Physiologie à l'Université de Lausanne, est mort le 24 août dernier, rapidement emporté par une attaque d'apoplexie.

Né en Russie en 1839, il avait suivi dans son exil, à travers l'Europe, son père, Alexandre Ivanovitch Herzen, écrivain et polémiste russe très célèbre. Se sentant attiré par les études biologiques, il avait étudié la Médecine à Londres et à Berne, et acquis le diplôme de docteur en médecine.

En 1862, il faisait, en compagnie de Carl Vogt, un voyage scientifique au Spitzberg et à l'île de Jan Mayen; en 1865, il devenait assistant du Professeur Schiff à l'Institut des Etudes supérieures de Florence, et lorsqu'en 1876 Schiff quittait Florence pour Genève, il le remplaçait dans son enseignement. — En 1881, il vint à Lausanne comme professeur de Physiologie à l'Ecole préparatoire de Médecine fondée à cette époque, et lorsqu'en 1891 l'Académie de Lausanne fut transformée en Université, il prit une part très active à l'organisation de la Faculté de Médecine, dont il fut l'un des professeurs les plus justement célèbres.

Les travaux d'Alexandre Herzen, publiés dans des journaux ou périodiques suisses, français, anglais, allemands, russes ou italiens, sont très nombreux. Ils se rapportent à la physiologie du système nerveux, à la physiologie de la digestion, et à la psychophysiologie. Parmi les plus importants, rappelons ses Mémoires sur les centres modérateurs de l'action réflexe, sur les nerfs vagues, sur la fatigue des nerfs, sur la curarisation, sur la digestion gastrique et la peptogénie, sur l'action de la rate dans la trypsinogenèse, etc.

Ses « Causeries physiologiques », ouvrage de vulgarisation dans lequel il avait mis tant d'idées personnelles tout à fait neuves, sont parmi les ouvrages scientifiques les plus passionnants qu'on puisse lire.

Herzen, qui avait voué à son maître Schiff une respectueuse reconnaissance, avait contribué puissamment à la rédaction des « Leçons sur la physiologie de la digestion » (1887) et du « Recueil de Mémoires physiologiques » de Schiff, qu'il enrichit de nombreuses et importantes annotations.

Herzen, tout en consacrant la plus grande partie de son activité à la Physiologie, n'avait jamais cessé de s'intéresser aux questions de philosophie, d'éducation et de morale, sur lesquelles il a publié plusieurs brochures importantes.

Herzen était considéré comme l'un des physiologistes les plus éminents de notre époque; il devait cette juste réputation à l'universalité de ses connaissances biologiques, à la clarté de son esprit, à sa profonde sincérité scientifique et à son habileté expérimentale. Sa parole était simple et lumineuse, comme était simple sa vie, comme était lumineuse son intelligence.

Herzen est mort à soixante-sept ans; mais il est mort prématurément, car il était en possession de toute sa puissance intellectuelle, et il pouvait encore pendant longtemps faire progresser la Physiologie, dont il était l'une des gloires les plus pures.

§ 2. — Astronomie

Mesures sur les satellites des planètes. — La mesure des diamètres apparents, déjà difficile quand il s'agit des planètes principales, devient très délicate lorsqu'on s'attaque, soit aux petites planètes, soit aux satellites. On n'a connu pendant longtemps d'autre méthode que l'emploi des fils du réticule, c'est-à-dire le procédé ordinaire employé dans les mesures d'étoiles doubles, par exemple, et la question fit peu de progrès jusqu'à la fin du XIXe siècle, moment où les puissants instruments américains, ainsi que de nouvelles méthodes physiques, vinrent lui redonner de l'actualité.

La principale difficulté de la mesure directe des diamètres réside non pas tant dans la mauvaise définition que dans l'agitation ou le balancement des images, phénomène qui rend les pointées simultanés des deux bords presque impossibles; de telle sorte que la mesure ne correspond pas en vérité à un pointé, mais à l'appréciation subjective de l'égalité du disque mesuré et de la distance des bords des deux fils employés. L'irradiation constitue une seconde et très grave cause d'erreur. Enfin, l'influence encore mal connue et difficile à évaluer de la diffraction introduit dans la mesure des petits diamètres des erreurs qui sont presque de l'ordre des grandeurs cherchées.

Les mesures de Sée sur les diamètres des grosses planètes; les déterminations discordantes, en ce qui concerne les astéroïdes, d'observateurs aussi remarquables que Schrœter, Herschel, Mädler, Lamont...; les déterminations plus récentes de Barnard avec un réfracteur très puissant, montrent assez la délicatesse d'un pareil problème.

Les méthodes interférentielles de Fizeau, employées par Michelson et Hamy, échappent, il est vrai, aux reproches que l'on peut faire à la mesure directe; mais alors c'est l'agitation de l'air qui, généralement, introduit une cause d'erreur en faisant disparaître les franges, lorsque les fentes de l'écran placé devant l'objectif sont encore à une distance telle que ces franges devraient théoriquement se produire. Les étoiles elles-mêmes n'en donnent pas toujours; aussi, bien que pour des raisons différentes, ces méthodes ne peuvent donner, comme la mesure directe, que des chiffres trop forts. Les résultats obtenus par les diverses méthodes sont des plus discordants, et l'on remarque que, malgré le renom et l'habileté des observateurs, il subsiste dans ces mesures des différences qui atteignent 0″,4 et 0″,5, c'est-à-dire qui dépassent le tiers des quantités mesurées; on voit aussi que les méthodes interférentielles ne donnent pas les chiffres les plus faibles, comme on aurait pu s'y attendre.

Tout cela montre assez combien cette question est délicate et complexe, combien loin elle est d'être résolue, et il faut savoir gré à MM. Salet et Bosler (*Bull. Astrom.*, t. XXIII, p. 135) d'avoir apporté une utile contribution à ce problème par l'emploi d'une méthode non encore éprouvée : le micromètre à double image. Cet appareil est composé de deux prismes biréfringents de Wollaston, superposés en avant de l'oculaire et pouvant faire un angle variable mesuré par un cercle divisé : le phénomène est alors celui bien connu des « spaths croisés ». Il se forme quatre images de l'objet, disposées en losange : en amenant deux images opposées à être tangentes, on lit sur le cercle un angle d'autant plus grand que le diamètre apparent de l'astre est plus considérable. Il faut naturellement calculer le grossissement de l'oculaire et la déviation des prismes de manière que, pour la grandeur des diamètres à mesurer, le contact des deux images ait lieu pour une valeur convenable, ni trop grande, ni trop petite, de l'angle mesuré.

A la vérité, le problème est assez complexe, et le diamètre apparent n'est pas une fonction simple de l'angle d'écart des prismes, tandis que les équations personnelles sont relativement fortes : mais nous ne pouvons entrer ici dans le détail d'une étude très précise et très consciencieuse de la part de ces deux observateurs. Cependant, l'oculaire à double image a le très grand avantage de faire disparaître les inconvénients provenant de l'ondulation des images, et les milieux que traverse la lumière atténuent considérablement les effets de l'irradiation et permettent de faire des mesures sans se limiter aux heures qui suivent immédiatement le coucher du Soleil.

Les résultats très concordants de MM. Salet et Bosler font faire un pas important à des mesures très délicates de l'Astronomie de précision; ils montrent, en outre, qu'un appareil relativement simple et peu coûteux permet de mesurer les diamètres apparents des petits astres et, par suite, dans de bonnes conditions atmosphériques, d'intervenir utilement dans une question réservée jusqu'à présent aux instruments puissants ou à quelques expérimentateurs très habiles et très bien outillés.

Dans le même ordre d'idées, il faut signaler les intéressantes mesures du Dr Guthnick, à l'Observatoire de Bothkamp, pour les déterminations photométriques des satellites de Saturne. On sait, en effet, depuis longtemps, que l'éclat de certains satellites n'est pas constant : J.-D. Cassini et W. Herschel ont constaté, notamment, que Japet est plus brillant à son élongation occidentale que quand il se trouve à l'est de la planète, et en conclurent que le satellite exécute sa révolution autour de Saturne en tournant toujours la même face à la planète, mouvement analogue à celui de la Lune par rapport à la Terre. Des taches interviendraient, alors, dans les variations d'éclat.

Le Dr Guthnick a obtenu des courbes de lumière pour les différents satellites, et en déduit diverses conclusions curieuses; mais là où l'hypothèse vient jouer un rôle assez hardi, c'est lorsque l'on nous dit que les variations d'éclat de Téthys sont bien représentées en supposant à ce corps la forme d'un ellipsoïde allongé dont le grand axe serait dirigé vers Saturne : d'autant plus que, pour être d'accord avec les mesures photométriques, il faut supposer que le rapport des deux axes est égal à 5/2, déformation considérable dont il n'existe encore aucun exemple dans le système solaire.

Aussi bien la question de l'aplatissement des satellites est fort malaisée et, notamment pour les satellites de Jupiter, a fait dans ces quinze dernières années l'objet d'études assez nombreuses. Une vive polémique eut même lieu vers 1892-1895 entre MM. Barnard et Pickering. Ce dernier attribuait aux satellites des formes allongées, variables avec le temps, et parla d'ellipsoïdes à trois axes inégaux. M. Barnard, avec sa lunette de 36p. du mont Hamilton, n'aperçut jamais que des disques parfaitement circulaires : il arrive donc, contrairement aux recherches de M. Leo Brenner, à cette conclusion que les satellites sont sphériques. Le premier satellite, il est vrai, et sans doute aussi les autres, présenterait des calottes polaires obscures, analogues à celles de Jupiter lui-même, plus accentuées peut-être encore, ce qui pourrait expliquer les apparences observées.

Or, si la mesure des diamètres, comme toutes les mesures absolues, se heurte à des difficultés qui ne sont jamais entièrement résolues, la mesure de l'aplatissement, qui est en quelque sorte une mesure différentielle, doit se faire avec beaucoup plus de facilité. Le plus grand obstacle, l'agitation des images, étant supprimé par l'emploi d'un oculaire à double image, les erreurs probables obtenues montrent avec quelle précision on peut apprécier la différence de deux diamètres d'un même satellite. On peut, en plaçant successivement l'oculaire dans deux positions rectangulaires, mesurer ainsi, au même instant physique, la différence entre le diamètre polaire, par exemple, et le diamètre équatorial d'un satellite.

Ce n'est pas un des moindres intérêts du travail que nous signalions. M. Salet a pu établir qu'il fallait se ranger à la manière de voir de M. Barnard : pour le troisième satellite de Jupiter, en particulier, l'aplatissement est insensible, et en tous cas inférieur à 0″,01, chiffre du même ordre que l'aplatissement terrestre.

§ 3. — Physique

Un photomètre au sélénium. — Le phénomène si remarquable présenté par le sélénium, d'éprouver des variations de résistance électrique sous l'action d'un éclairage variable, a été utilisé plusieurs fois déjà pour la construction d'un photomètre, sans qu'on ait toutefois réussi à réaliser un dispositif se prêtant aux besoins de la pratique industrielle. C'est que le mécanisme du phénomène en question est resté jusqu'ici assez obscur, nos connaissances se bornant à savoir que, parmi les modifications allotropiques du sélénium, il y en a deux dont la résistance électrique décroît à mesure qu'on la soumet à un éclairage plus intense; la variété cassante, d'une nuance gris-clair, se montre tout particulièrement sensible à cet égard. Or, lorsqu'on essaie d'utiliser une résistance de sélénium (dite *pile à sélénium*) pour déterminer l'intensité d'une source lumineuse, on se heurte à bien des difficultés, dues à l'humidité et à la température de l'air, à l'altération progressive que subit le sélénium, mais surtout à l'inertie qu'il possède et qui se manifeste par la lenteur avec laquelle il retourne, une

fois que l'éclairage a cessé, à sa condition primitive. En raison de cette même propriété, une pile au sélénium prend toujours un certain temps pour donner l'indication correspondant à une intensité d'éclairage donnée; de là une tendance marquée, surtout pour les résistances croissantes, à garder une résistance inférieure à celle que demanderait l'état d'équilibre.

Or, ces divers inconvénients sont, paraît-il, éliminés dans un nouveau photomètre au sélénium d'une construction très originale due aux Usines électromécaniques de Mayence, et dans lequel, au moyen d'une lampe étalon auxiliaire, la source de lumière en essai est, pour ainsi dire, graduée à tout moment. La pile à sélénium étant soumise, en une alternance très rapide, à l'éclairage de la lampe-étalon et à celui de la lampe en essai, les oscillations de résistance très rapides ainsi produites permettent de juger de l'égalité ou non des deux sources de lumière.

Cet appareil comprend essentiellement deux miroirs éclairés respectivement par les deux lampes. La pile au sélénium, qui oscille rapidement entre deux positions extrêmes, est exposée à tour de rôle au rayonnement de l'une et l'autre lampe, en même temps que l'aiguille d'un ampère-mètre inséré dans le circuit exécute des oscillations en rapport avec les fluctuations d'intensité lumineuse. On déplace cet instrument jusqu'à ce que, les oscillations de l'aiguille ayant cessé, l'éclairage dû à l'une et à l'autre de ces deux lampes soit équivalent; une formule bien connue donne dès lors l'intensité de la source de lumière en essai, comme fonction de la lampe-étalon.

Ce nouveau photomètre, dont on construit plusieurs types, est destiné essentiellement à la comparaison de lampes homogènes. Son emploi se recommande surtout pour exécuter une série étendue d'essais de lampes à incandescence, en raison de la moindre fatigue à laquelle il expose l'œil de l'expérimentateur. En dehors de cet emploi industriel, il est probable que cet instrument rendra de grands services à la science pour l'étude des phénomènes encore si mal éclaircis du sélénium, surtout au point de vue des effets des différentes couleurs et de la relation qui existe entre la sensibilité du sélénium et celle de l'œil humain par rapport aux couleurs du spectre.

Les expériences jusqu'ici faites font prévoir une grande analogie entre ces deux sensibilités.

Recherches bolométriques sur l'énergie des rayons X. — Les recherches jusqu'ici faites en vue de déterminer l'énergie des rayons X n'ayant pas donné de résultats définitifs, M. E. Angerer[1] vient de reprendre ce problème, en se servant d'un dispositif bolométrique comprenant une bande de platine d'une épaisseur de $0^{mm},03$, d'une largeur de 5 millimètres, et d'une longueur d'environ $2^{cm},5$, supportée par un cadre en mica. Voici les principaux résultats trouvés par l'auteur :

La chaleur due à l'absorption des rayons X est démontrée sans peine; la déviation galvanométrique produite par l'échauffement d'une branche du pont de Wheatstone, sous l'influence des rayons X qui la frappent, est compensée, et, par là, mesurée, en échauffant cette branche au moyen d'un courant alternatif provenant de décharges d'un condensateur.

L'énergie émise par les rayons X s'accroît bien plus rapidement que l'énergie du courant primaire de la bobine d'induction. La valeur maximum du rayonnement a été observée pour une tension de 110 volts de la bobine d'induction et une intensité de 4-15 ampères du courant primaire. En réduisant cette énergie des rayons X au rayonnement hémisphérique partant de l'anticathode et à une décharge individuelle, on trouve la valeur de 0,15 mg.-cal.

De l'énergie électrique consommée dans le tube à rayons X, 0,2 ‰ environ est transformée en énergie de rayons X.

La quantité d'électricité engendrée par les rayons X dans le tube Dorn-Curie est proportionnelle à l'énergie de ces rayons mesurée au moyen du bolomètre.

Le courant primaire étant interrompu, l'anticathode émet fréquemment le rayonnement X en deux intervalles séparés par un temps mesurable. La durée d'émission totale a été déterminée à environ 5×10^{-4} secondes. L'effet maximum des rayons X observé dans ces expériences se calcule à 0,26 g.-cal. par seconde.

[1] *Annalen der Physik*, n° 11, 1906.

§ 4. — Electricité industrielle

L'emploi des électro-aimants à la manutention des pièces de fer. — On a, depuis presque l'origine de l'électro-aimant, pensé à l'utiliser pour l'enlèvement et la manutention des pièces de fer et de fonte; mais, d'après une communication de M. G. Richard à la Société d'Encouragement, c'est dans ces dernières années seulement que l'on est parvenu à construire de ces appareils permettant de manipuler sûrement et à peu de frais des pièces pesant jusqu'à 6 tonnes. C'est principalement aux Etats-Unis, et sur l'initiative de M. Wellman, ingénieur métallurgiste, que ces électro-aimants se sont répandus et développés. Les deux principales difficultés à vaincre étaient la nécessité de protéger leurs enroulements contre les chocs inséparables des manipulations, les poussières et intempéries des halles ou des cours où ils fonctionnent, puis d'éviter de les brûler par la haute tension des courants de rupture de leurs circuits.

L'emploi de ces électros est particulièrement utile pour la manutention des tôles longues et minces. Il permet d'enlever d'un coup tout un paquet de tôles, que l'on peut ensuite déposer une à une sur leur chantier de dépôt en ouvrant, puis fermant successivement le circuit de l'électro.

La construction de ces électro-aimants est presque entièrement empirique; la disposition de leurs pôles et leur puissance doivent varier considérablement suivant leur destination et la nature des pièces à manipuler. C'est ainsi que tel électro, capable d'enlever un lingot d'acier de 5 tonnes, pourra à peine enlever une tôle mince de 500 kilogrammes, de section infiniment plus faible, fermant par conséquent moins bien le champ magnétique, et sujette à se décoller par ses vibrations et sa flexibilité.

L'enlèvement des pièces très irrégulières et malpropres, telles que les gueuses de fonte, a été l'un des plus difficiles à réaliser; il ne l'a guère été que tout récemment par M. Fastwood[1] en disposant l'électro-aimant avec deux pôles : l'un circulaire, à l'extérieur de sa couronne, et l'autre, très puissant, au centre d'un disque. Les barres de fonte, attaquées par le bord de l'électro, basculent autour du bord et viennent, sous l'attraction du pôle central, s'y coller avec une grande adhérence. Un électro-aimant de ce type, d'un poids de 2.000 kilogrammes environ, excité par un courant de 27 ampères × 220 volts, enlève facilement 20 à 25 gueuses d'un coup. Une gueuse de 40 kilogrammes saute verticalement d'une quinzaine de centimètres pour venir se coller à l'aimant, et il va sans dire que cet aimant doit être d'une solidité exceptionnelle pour pouvoir soutenir chaque jour environ 800 tonnes d'accolades de ce genre.

L'une des applications intéressantes de ces électro-aimants est leur emploi pour la manipulation des casse-fontes; c'est ce même électro qui ramasse ensuite et décharge où il faut les pièces brisées.

§ 5. — Géologie

L'origine des phosphates de chaux naturels. — En étudiant au *Challenger Office* une collection de concrétions phosphatées et de nodules des dépôts dragués par les bateaux du « Department of

[1] *Cassier's Magazine*, décembre 1906.

Agriculture » du Cap de Bonne-Espérance, le long de l'Agulhas Bank, à des profondeurs variables de 183 à 1.840 mètres, M. L. W. Collet est arrivé à des résultats intéressants concernant la genèse de ces formations, que plusieurs auteurs avaient déjà essayé d'expliquer.

Avec M. de Mercey, la vieille école pensait que la matière phosphatée des phosphorites était venue d'en bas, par voie filonienne ou hydrothermale, tandis que MM. Lasne, Merle, Stanislas Meunier admettent, avec quelques variantes suivant les auteurs, qu'elle provient des roches terrestres, auxquelles elle a été enlevée par dissolution, sous forme d'apatite, par des eaux riches en acide carbonique, superficielles ou souterraines, puis précipitée comme phosphate de chaux.

D'un autre côté, MM. Renard, Cornet et Strahan soutiennent que l'on doit l'attribuer plutôt à l'accumulation d'organismes fossiles, les *Globigerina*, *Cristellaria*, *Tertulleria*, alors que M. Ortlieb admet le rapprochement des phosphates des guanos géologiques.

Mais, dès 1894, M. le Professeur A. Gautier démontra que les phosphates de chaux naturels peuvent résulter de la transformation, par la putréfaction, des sels organiques phosphorés en phosphate ammoniacal, lequel, dans un milieu liquide et en présence des calcaires, passe aux phosphates de chaux bi et tribasiques. Cette hypothèse trouva de nombreux partisans parmi les géologues qui se sont occupés des « Phosphorites du Quercy ».

Comme M. A. Gautier, M. L. W. Collet [1], se basant sur l'étude que nous signalions en commençant, estime que la matière phosphatée des phosphates doit son origine première à la décomposition, en milieu liquide, des matières animales, dont la putréfaction produit de l'ammoniaque et du phosphate de chaux soluble. Par la réaction de l'ammoniaque sur ce phosphate de chaux, il se produit un phosphate d'ammonium, qui, en présence du carbonate de chaux des coquilles, se transforme en phosphate de chaux, par simple pseudomorphose, l'acide phosphorique du phosphate d'ammonium se substituant à l'acide carbonique du carbonate de chaux. La réaction serait :

$$2\,PO^4(AzH^4)^3 + 3\,CaCO^3 = (PO^4)^2Ca^3 + 3\,CO^3(AzH^4)^2.$$

Ce phosphate de chaux, pseudomorphe du carbonate, comme le prouve l'examen microscopique, deviendrait alors le centre d'attraction pour les précipitations ultérieures.

Dans les nodules sans organisme calcaire, le phosphate de chaux joue simplement le rôle de ciment pour les grains de glauconie et les minéraux détritiques.

Cette théorie n'est pas absolument hypothétique, mais elle s'appuie sur quelques faits bien établis. Dans une étude déjà vieille [2], entreprise sous la direction de sir John Murray, MM. R. Irvine et W. S. Anderson établissent ce fait très curieux qu'un corail plongé dans une solution de phosphate d'ammonium se trouva contenir, au bout de six mois, 60 °/₀ de phosphate de chaux. Ce serait ainsi une véritable synthèse des nodules, qui éclairerait singulièrement la formation des phosphates des îles coraliennes.

Mais déjà, dans son étude de 1894, M. A. Gautier avait admis que les phosphates d'alumine et de fer de la grotte de Minerve (Hérault) sont dus à l'action pseudomorphosante du phosphate d'ammonium, produit de la décomposition des matières organiques, sur l'argile. M. Gautier obtenait, d'ailleurs, un phosphate d'alumine par l'action d'un phosphate d'ammonium sur du kaolin.

L'hypothèse proposée par M. L. W. Collet peut donc être admise pour la formation des phosphates sédimentaires marins. La fréquence des dépôts de concrétions phosphatées dans les mers actuelles et leur richesse en restes d'ossements : dents de requins, os tympaniques de cétacés, etc..., justifie cette manière de voir. Si les fosses profondes du Pacifique sont dépourvues de nodules, bien que souvent elles soient encombrées de restes d'ossements, c'est que, dans les grandes profondeurs, la dissolution étant plus intense, les os sont en grande partie dissous avant d'atteindre le fond et que, par ailleurs, la solution est trop diluée pour précipiter. Il en est autrement dans les faibles profondeurs, comme par exemple dans la région de l'Agulhas Bank, où les corps des animaux marins, tués en grande quantité par les brusques changements de température, s'accumulent sur le fond, où ils se décomposent et se dissolvent, ne laissant subsister que les parties dures.

Par cette dernière explication, M. L. W. Collet donne la solution de l'observation, faite par sir John Murray, qu'il existe une certaine relation entre la formation des concrétions phosphatées, leur accumulation sur le fond et les brusques écarts de température de l'eau de surface.

Une conclusion intéressante de cette hypothèse est que le rôle principal dans la concentration des phosphates de chaux ne serait pas joué par la matière organique, mais par le *carbonate de chaux, qui devient en quelque sorte la matière attractive.*

Ernest Fleury.

§ 6. — Enseignement

L'enseignement à la Guyane française. — Le ministre des Colonies vient de réorganiser l'enseignement à la Guyane en tenant compte des réalités pratiques. Cette réforme était d'autant plus utile que, jusqu'ici, l'enseignement était resté primitif et sans intérêt direct pour le développement de notre colonie.

L'enseignement primaire est conçu d'après les mêmes principes que dans la Métropole, ce qui s'explique par ce fait que la population de notre vieille colonie est depuis longtemps assimilée. Le seul progrès à réaliser était d'assurer une plus large diffusion de l'instruction. Pour atteindre ce but, les écoles seront plus nombreuses et la fréquentation en sera obligatoire pendant cinq ans.

Au collège de Cayenne, les garçons pourront acquérir des connaissances plus étendues, mais on a pris soin de ne pas copier notre enseignement secondaire. A côté d'une division d'études de quatre années, correspondant au premier cycle de nos lycées, cet établissement comprendra une division d'enseignement primaire supérieur et une division d'enseignement industriel, équivalente à une école pratique d'industrie. Les programmes seront conçus de manière à donner aux élèves des notions commerciales, industrielles et techniques dont ils trouveront sur place l'application immédiate dans l'exploitation des mines et des richesses agricoles et forestières de notre colonie.

Pour les filles, l'enseignement primaire supérieur seul sera organisé à Cayenne.

Cette organisation répond suffisamment aux besoins actuels de la colonie; pourtant, le Ministre a voulu que les jeunes gens les mieux doués puissent compléter leurs études, et pour cela il a prévu l'allocation de bourses dans les lycées de la Martinique et de la Guadeloupe.

---

[1] Les concrétions phosphatées de l'Agulhas Bank, in *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, t. XXV, 1905, n° X, p. 862, et *C. R. des travaux présentés à la 88e session de la Société helvétique des Sciences naturelles*, à Lucerne, 1905.

[2] R. Irvine et W. S. Anderson : On the Action of metallic (and other) Salts on Carbonate of Lime. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, t. XVII, p. 52-54, 1891.

L'ÉTUDE EXPÉRIMENTALE DES POUDRES DE GUERRE AU LABORATOIRE

Depuis 1886, date de la mise en service, en France, de la première poudre colloïdale nitrée imaginée par M. Vieille, toutes les autres nations ont successivement adopté l'usage de ces poudres, en raison de leur grande puissance balistique, très supérieure à celle des poudres noires ; l'absence de fumée dans les produits de leur combustion constituait, en outre, un avantage très sérieux au point de vue tactique, mais qui n'a été pris en considération que postérieurement à leur adoption. Les colloïdes nitrés, employés comme poudres de guerre, présentent cependant de nombreux inconvénients, au premier rang desquels il faut citer leur peu de stabilité chimique, qui a pour résultat de provoquer tout d'abord une variation plus ou moins accentuée de leurs propriétés balistiques et finalement, dans certains cas, leur combustion spontanée. A ce grave défaut, caractéristique des poudres en question, s'ajoute la production, dans les armes où on les emploie, d'effets d'érosion plus ou moins accentués suivant la composition chimique du colloïde employé. L'étude approfondie d'une poudre de guerre comporte donc *a priori* celle de trois ordres de faits bien distincts :

1° L'aptitude à produire des effets balistiques plus ou moins puissants dans une arme donnée, tirant dans des conditions de chargement déterminées;

2° La stabilité chimique;

3° L'action destructive exercée sur les armes dans lesquelles elle est tirée.

Nous allons examiner successivement ces divers points.

I. — Détermination des propriétés balistiques d'une poudre donnée.

Les travaux de M. Vieille ont montré que, lorsqu'on brûle une poudre de guerre en vase clos, sous une densité de chargement bien définie, la courbe des pressions en fonction des temps a toujours la forme générale que représente la figure 1.

Pour tous les tracés relatifs à des poudres de même constitution chimique, l'ordonnée maximum BS a toujours sensiblement la même valeur et, abstraction faite des effets perturbateurs dus au refroidissement des gaz, est proportionnelle à la force φ de l'explosif, définie par la relation bien connue :

$$\varphi = \frac{p_0 v_0 T}{273},$$

où p_0 représente la pression atmosphérique normale exprimée en kilogs par centimètre carré ;

v_0, le volume des gaz engendrés par la combustion de 1 kilog de l'explosif et ramenés à 0° et à la pression de 760 millimètres;

T, la température absolue de la combustion.

M. Vieille a établi, d'autre part[1], que le coefficient angulaire θ de la tangente au point M d'inflexion de la courbe de la figure 1 est proportionnel à l'inverse de la durée de combustion du grain ou du brin de poudre à l'air libre. Or, il résulte des travaux de Sarrau que la connaissance de ces deux caractéristiques φ et θ, jointe à celle de la loi élémentaire qui lie à chaque instant la vitesse de

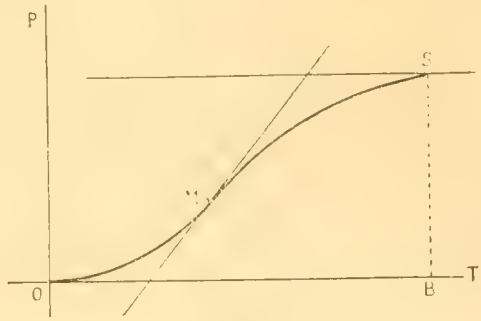


Fig. 1.

combustion du grain à la pression du milieu gazeux qui l'environne, définit complètement une poudre au point de vue de ses effets balistiques. Toutefois, les formules en usage, relatives à la combustion des poudres colloïdales, bien que dérivant toutes, plus ou moins explicitement, de l'équation différentielle du mouvement du projectile dans l'âme, établie par Sarrau, ne permettaient pas jusqu'à présent l'emploi direct des caractéristiques ainsi définies. On se bornait, par suite, à déterminer, pour chaque espèce de poudre et à l'aide d'une série de tirs convenablement choisis, la valeur des deux fonctions numériques dans lesquelles figurent ces caractéristiques; la compensation de ces valeurs fournissait ensuite, pour chaque poudre, deux constantes numériques tenant lieu des caractéristiques définies plus haut.

Il résulte de cet exposé que la prévision des effets balistiques fournis par une nouvelle poudre dans une bouche à feu déterminée nécessitait l'exécution de tirs en vue de la détermination des

[1] Mémoire sur la combustion des matières explosives. *M. des Poudres et Salpêtres*, t. VI, p. 265.

constantes dont il s'agit, et cette sujétion, même restreinte à un très petit nombre de coups, n'en constituait pas moins une assez forte dépense lorsque le tir avait lieu dans un canon de gros calibre[1].

Un travail récent de MM. le général Gossot et Liouville[2], couronné par l'Académie des Sciences, vient de solutionner théoriquement le problème précédent d'une manière très élégante. Pour l'analyser, nous ne pouvons mieux faire que de reproduire ici des extraits du Rapport que M. Vieille a présenté à l'Académie sur ce travail[3] :

« ... L'homogénéité spéciale que présente l'équation différentielle du mouvement du projectile (équation de Sarrau) permet d'affirmer que des fonctions connues de la vitesse initiale et des éléments du tir ne dépendent que de deux variables formées par des groupements, connus *a priori*, des éléments qui définissent le canon, le chargement et le mode de combustion de l'explosif. Si donc, pour des tirs actuellement réalisés, on parvient à chiffrer la valeur des variables, on pourra expérimentalement construire les surfaces représentatives des fonctions liées aux vitesses initiales et aux pressions. Une représentation analytique correcte de ces surfaces expérimentales fournira ensuite les formules cherchées des vitesses et des pressions en fonction des éléments du tir.

« Pour mettre en œuvre leur méthode, les auteurs font appel à toutes les données expérimentales que les progrès de l'étude des explosifs ont permis d'acquérir. C'est ainsi que la loi de variation des vitesses élémentaires de combustion avec la pression, que le coefficient dans lequel se résume, pour chaque type de poudre (coefficient angulaire de la tangente au point d'inflexion), l'influence de la forme du grain et de sa durée de combustion, sont empruntés aux expériences de laboratoire au lieu de subsister dans les formules comme des éléments arbitraires destinés à assurer la représentation des effets balistiques. En substituant à des symboles de signification incertaine des données précises empruntées aux mesures expérimentales directes du fabricant d'explosifs, MM. Gossot et Liouville ont rendu possible, pour la première fois, la prévision correcte, même pour les plus gros calibres, des effets balistiques d'une poudre n'existant qu'à l'état d'échantillons de quelques grammes insuffisants pour le tir. Inversement, leurs formules permettent de déduire du tir des données relatives à l'explosif, possédant une signification pratique pour l'usine. »

Ainsi, il ressort, de tout ce qui précède, que des mesures expérimentales effectuées en laboratoire permettent actuellement de prévoir les effets balistiques d'une poudre donnée dans une bouche à feu déterminée. Comme nous l'avons vu plus haut, c'est de l'étude du tracé de la courbe des pressions en fonction des temps, afférente à la combustion d'une charge de poudre en vase clos, que l'on déduit les données caractéristiques de la poudre nécessaires à cette prévision. Il nous reste par suite à décrire les appareils dont on fait usage dans ce but.

§ 1. — Conditions de bon fonctionnement des appareils de mesure des pressions.

Les appareils donnant le tracé de la courbe des pressions en fonction des temps utilisent soit l'écrasement d'un cylindre en cuivre pur (ou crusher), soit la déformation d'un système élastique; mais, dans l'un et l'autre cas, leur bon fonctionnement est assujetti à des conditions mises en lumière par MM. Sarrau et Vieille dans leur « Etude sur l'emploi des manomètres à écrasement[1] » et que nous rappellerons ici sommairement:

a) Soit τ_0 la durée de l'écrasement ε d'un crusher ou de la déformation déterminée d'un système élastique, par une force constante P, agissant sans vitesse initiale; on a :

$$\tau_0 = \pi \sqrt{\frac{m}{k}},$$

où m représente la masse du piston écraseur et k la force correspondant à l'écrasement unité;

b) L'écrasement ε, produit par une pression brusquement appliquée, est double de celui que produirait une force atteignant progressivement et lentement la même pression P;

c) Appelons τ la durée de l'établissement de la pression maximum dans le phénomène explosif qu'il s'agit d'enregistrer; si le rapport $\frac{\tau}{\tau_0}$ atteint ou dépasse des valeurs égales à 3, la déformation du système écrasé ou déformé pourra servir à la mesure des pressions d'écrasement, si l'on a effectué au préalable le tarage des déformations à l'aide de pressions statiques[2].

Le plus ancien des appareils enregistreurs, en même temps qu'il en est le plus simple, est le manomètre enregistreur de M. Vieille. Rappelons la description qu'en a donnée ce savant :

[1] A la charge de 125 kilogs de poudre, le prix de revient d'un coup de canon de 305, modèle 1896, s'élève (projectile non compris) à environ 1.250 francs.

[2] Sur les effets balistiques des poudres sans fumée dans les bouches à feu. Imprimerie nationale et *M. des Poudres et Salpêtres*.

[3] *Acad. Sc.*, séance du 18 décembre 1905.

[1] *M. des Poudres et Salpêtres*. t. I, 1882-1883.

[2] Vieille : *C. R. Acad. Sc.*, 1887, p. 1759. — Sur le mode de combustion des matières explosives. *M. des Poudres et Salpêtres*, t. VI.

§ 2. — **Manomètre enregistreur de Vieille.**

L'appareil se compose de trois parties :
L'éprouvette ou bombe ;
Le cylindre tournant avec son moteur ;
Le diapason à fonctionnement automatique.

1. *Éprouvette.* — L'éprouvette ou bombe (fig. 2) est l'enveloppe dans l'intérieur de laquelle on

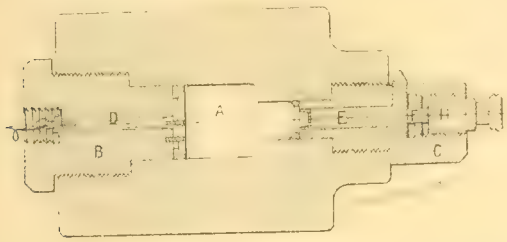


Fig. 2. — *Eprouvette de 75 centimètres cubes de l'appareil enregistreur de M. Vieille.* — A, chambre de combustion; B, bouchon de mise de feu; C, bouchon crusher; D, tampon conique isolé; E, piston écraseur; F, cylindre de cuivre; H, tampon enclume.

produit la combustion de la charge. Dans les expériences de M. Vieille, elle était constituée par un tube en acier à parois épaisses, dont les dimensions étaient variables avec la nature de la poudre expérimentée. La capacité intérieure des bombes ainsi employées a varié de 22 centimètres cubes environ à 150 centimètres cubes.

L'éprouvette de 22 centimètres cubes de capacité a 22 millimètres de diamètre intérieur et 70 millimètres de diamètre extérieur.

Les deux extrémités sont filetées et portent deux bouchons en acier, dont l'un sert à la mise de feu de la poudre étudiée et l'autre reçoit le manomètre enregistreur.

« Le bouchon de mise de feu B (fig. 2) est percé, suivant son axe, d'un canal cylindrique se terminant par un logement tronconique évasé vers l'intérieur de l'éprouvette, qui peut être exactement fermé par une tige d'acier de même forme D, isolée électriquement du corps du bouchon par une mince couche de vernis à la gomme laque. On peut ainsi porter à l'incandescence, par le passage d'un courant, un fil métallique fin de platine ou de fer réunissant les deux tiges de cuivre fixées l'une sur le cône isolé, l'autre sur le bouchon.

« Le bouchon crusher C est percé d'un canal cylindrique dans lequel se meut à frottement doux un piston E, dont la base, de section connue, reçoit l'action de la pression. Sur la tête de ce piston repose un cylindre de cuivre F (crusher), centré par une bague de caoutchouc et contre-butté par un tampon fileté H, qui se visse à la partie supérieure du bouchon.

« La tête du piston porte un appendice qui fait saillie à l'extérieur du bouchon par une fente qui lui sert de guide et qui assure le mouvement rectiligne du piston parallèlement à son axe. »

Une plume mince, courte et large, en clinquant, est portée par cet appendice et peut tracer sur le cylindre tournant. La fermeture hermétique de la bombe est obtenue par des obturateurs en cuivre, ceux qui sont placés sous les bouchons ayant une forme annulaire et celui qui est situé sous le piston mobile ayant la forme de calotte.

Ce dispositif, joint à la forme conique du piston du bouchon de mise de feu, assure l'obturation parfaite des joints de l'appareil.

Outre ce type de bombe, M. Vieille a également employé des appareils ayant 75, 150 et 350 centimètres cubes de capacité intérieure. Ces bombes ne diffèrent de celle qui vient d'être décrite que par le bouchon de mise de feu, qui a un diamètre extérieur égal au diamètre intérieur de la chambre, de manière à permettre l'introduction de grosses poudres dans cette dernière.

Un étrier assujettit solidement l'appareil sur un support métallique, disposé de telle sorte que l'axe de la bombe soit horizontal et parallèle à l'axe du cylindre tournant sur lequel se fait l'enregistrement. Le support est enfin boulonné sur le bâti en fonte sur lequel est installé tout l'appareil.

Le dispositif décrit ci-dessus réalise la mesure des pressions au moyen de l'écrasement d'un crusher; on ne peut donc étudier ainsi que la période des pressions croissantes, la seule importante d'ailleurs, au point de vue particulier qui

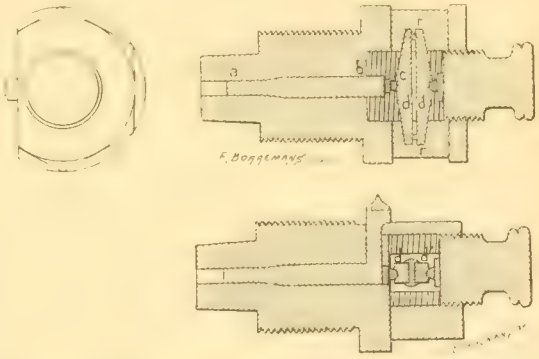


Fig. 3. — *Manomètre à ressort de M. Vieille.* — *ab*, piston; *c*, grain sphérique; *d*, *d'*, barreaux d'acier constituant le ressort; *r*, *r*, rouleaux en acier.

nous occupe. Le régime du refroidissement ou la loi de décroissance des pressions peuvent également être étudiés par l'emploi d'un manomètre à ressort. Ce dernier consiste (fig. 3) en un piston *ab* de faible section (14^{mm^2}) à tête renforcée, qui prend appui par un grain sphérique *c* sur un ressort constitué par deux barreaux en acier *d*, *d'*, auxquels on a donné une forme trapézoïdale, afin de les rapprocher autant que possible de celle du solide

d'égale résistance. Ces deux barreaux portent à leurs extrémités de petites encoches transversales servant de logement à deux rouleaux en acier *r* de 2 millimètres de diamètre, par l'intermédiaire desquels s'effectue l'accouplement des barreaux. Ceux-ci ont 40 millimètres de longueur entre les encoches et leur section est conforme au croquis ci-contre (fig. 4).

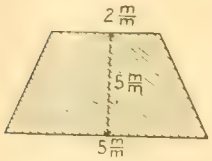


Fig. 4. — *Section des barreaux d'acier du manomètre à ressort de M. Vieille.*

La loi de flexion du ressort en fonction de la pression exercée sur la tête du piston est obtenue en soumettant l'appareil, tel qu'il vient d'être décrit, à l'action d'un manomètre à piston libre (manomètre dont l'idée première est due à M. Amagat), qui permet de réaliser des pressions rigoureusement statiques.

Les ressorts précédents ont un poids voisin de 13 gr. 5 et la flexion limite, c'est-à-dire celle qui correspond au contact des deux barreaux, est de $1^{mm},90$. Les flexions sont proportionnelles aux pressions de tarage, et la pression correspondant à la flexion d'un millimètre est de 270 kilogs. Dans ces conditions, la période vibratoire du système est voisine de 2/10.000 de seconde et permet l'enregistrement de phénomènes explosifs dont la durée d'établissement du maximum de pression est supérieure à 5 ou 6 dix-millièmes de seconde.

Le petit piston *ab* a le joint de sa tête obturé par une couche de suif de 3 millimètres.

2. *Cylindre tournant.* — La disposition du cylindre tournant n'offre rien de particulier. C'est un cylindre de bronze de $0^{m},14$ de diamètre, dont l'axe est parallèle à celui de l'éprouvette. Il est actionné par un moteur électrique ou à poids, et la vitesse de rotation peut varier de $0^{m},5$ à 10 mètres par seconde. Le cylindre est recouvert par une

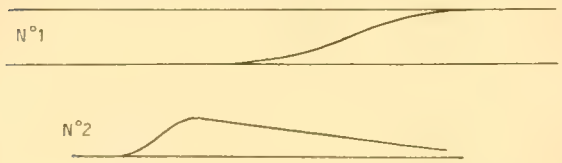


Fig. 5. — *Forme des tracés donnés par le manomètre à écrasement* (n° 1) *et par le manomètre à ressort* (n° 2).

feuille de papier enfumé sur laquelle la plume effectue son tracé. Lorsqu'on fait usage du manomètre à écrasement, ce tracé se compose de deux cercles correspondant aux positions initiale et finale du piston, raccordés par une portion de courbe due au déplacement du piston pendant l'explosion (n° 1, fig. 5). L'intervalle des deux cercles est alors évidemment égal à l'écrasement du crusher. Avec le manomètre à ressort, le tracé obtenu est analogue à celui que représente la courbe n° 2 (fig. 5); mais l'ordonnée maxima est moindre que précédemment, en raison de la faible flexion du ressort employé.

3. *Diapason.* — La loi du mouvement du cylindre est donnée par un diapason muni d'une plume et entretenu électriquement en vibration par le mécanisme bien connu de Marcel Desprez. Le temps correspondant à une ondulation de la sinussoïde du diapason est déterminé par un tarage préalable.

Afin de se prémunir contre les suites de la rupture possible de la bombe, tout l'appareil est installé dans une cage en tôle épaisse, que l'on peut fermer au moment d'une expérience.

4. *Lecture des tracés.* — Après l'explosion, qui ne produit d'ailleurs aucun bruit[1], on enlève la feuille noircie et on mesure d'abord la longueur d'une ondulation de la sinussoïde du diapason. On en déduit la vitesse du cylindre, celle-ci restant pratiquement constante pendant des temps très supérieurs à la durée d'une expérience.

Il reste à lire le tracé effectué par la plume du manomètre; pour cela, on relève celui-ci par points, au moyen de lectures au microscope effectuées suivant deux directions perpendiculaires, dont l'une coïncide avec le développement du cercle initial tracé par la plume.

De l'examen du tableau des nombres ainsi obtenus, on déduit immédiatement la valeur maxima du rapport $\left(\frac{dp}{dt}\right)$, qui, avec la valeur de la pression maxima, constituent les caractéristiques de la poudre étudiée.

§ 3. — Manomètre Petavel[2].

M. Petavel a réalisé tout dernièrement en Angleterre un manomètre enregistreur fort ingénieux, dans lequel, la déformation du ressort employé étant très faible, la constante τ_0 de l'appareil est très petite; il résulte donc de là que le manomètre en question permet l'étude de phénomènes explosifs se développant dans un temps très court. Les tracés obtenus sont néanmoins d'une lecture facile, grâce à une amplification optique réalisée par le déplacement angulaire d'un miroir lié au ressort. Le tracé s'effectue par un rayon lumineux, réfléchi par le miroir sur une pellicule sensible, qu'on développe après l'expérience.

[1] On perçoit un léger cliquetis dû à la mise en tension des diverses parties de l'appareil.

[2] La pression des explosions. *Philosophical Transactions*, série A, vol. 205.

1. *Manomètre proprement dit.* — Schématiquement, l'appareil est constitué ainsi qu'il suit (fig. 6) : une rainure cylindrique, pratiquée sur la moitié environ de l'épaisseur des parois de la bombe, découpe dans celle-ci un cylindre dont la base P constitue le piston du manomètre, tandis

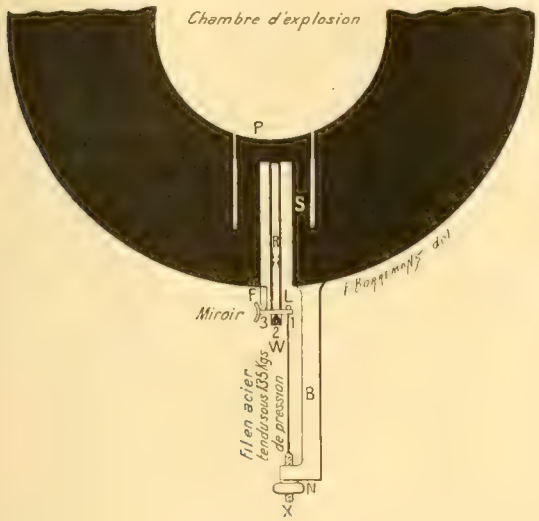


Fig. 6. — *Schéma du dispositif d'enregistrement du manomètre Petavel.* — P, piston; S, ressort; R, tige métallique; L, levier; F, couteau fixe; W, fil tendu à l'aide d'un support B et d'une vis X.

que le corps cylindrique S en constitue le ressort. Sous la pression de l'explosion, P sera comprimé vers l'extérieur d'une longueur dépendant de l'effort élastique subi par le métal du ressort. Cette déformation sera transmise à l'extérieur par la tige R.

D'autre part, le miroir M est porté par un levier L (fig. 7), qui prend appui : 1° sur le tranchant (3) d'un couteau fixe F; 2° sur le tranchant (2) d'un couteau porté par la tringle R. A l'autre extrémité du levier est fixé un fil W d'une grande longueur et tendu dans les environs de sa limite d'élasticité. Il résulte de ce dispositif que le levier L est assujetti à suivre sans aucun jeu le petit déplacement de la tringle R et sans qu'il en résulte une modification sensible de la tension du fil W. Le miroir a son foyer sur un tambour revêtu d'une pellicule sensible et tournant à une grande vitesse; il enregistre donc ainsi, à une échelle très agrandie, le mouvement du piston P.

Pratiquement, ce schéma est réalisé par l'appareil représenté dans la figure 8, où les lettres ont la même signification que dans la figure 6.

Le manomètre se visse dans la bombe à l'aide du filetage V, de manière à ce que l'extrémité C du piston affleure la surface intérieure de celle-ci. Le joint d'assemblage du manomètre avec la bombe est rendu étanche aux gaz de l'explosion par l'anneau D, qui s'appuie d'autre part sur le rebord plat d'un épaulement pratiqué dans la bombe. L'extrémité cylindrique DE du manomètre est d'ailleurs ajustée exactement dans les parois de la bombe, de manière à préserver le joint précédent des effets directs de l'explosion.

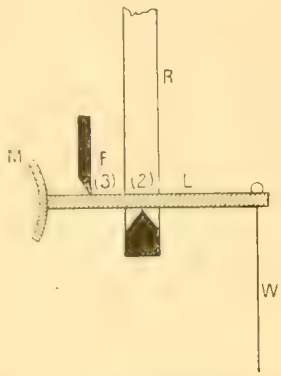


Fig. 7. — *Détails du levier de la figure 6* (mêmes lettres).

Le ressort S, de forme tubulaire, a 127 millimètres de longueur; pour empêcher tout flambement, il prend appui sur son logement aux deux points e_1 et e_2. A son extrémité extérieure, il est maintenu par la pièce K. L'extrémité inférieure est libre et supporte le piston P.

Le joint d'assemblage du piston dans le corps de l'appareil est obturé par une rondelle en cuir assujettie au piston par l'écrou C et logée dans un évidement E pratiqué à la partie supérieure de l'extrémité cylindrique DE. L'extrémité du piston, qui se déplace d'environ $0^{mm},25$, peut ainsi venir en arrière de cette quantité sans entraîner le cuir.

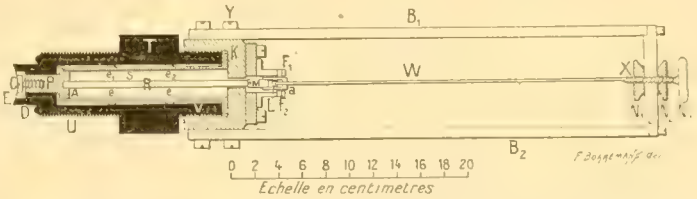


Fig. 8. — *Manomètre enregistreur de M. Petavel.* — P, piston vissé à la bombe par le filetage; C, écrou; D, anneau; E, évidement; S, ressort tubulaire, porté par la pièce K et logé sur les appuis e_1 et e_2; Z, base du ressort; V, pas de vis; R, tige de fer; les autres lettres comme dans la figure 6.

Le levier L porte-miroir est disposé de telle sorte que les points (1), (2), (3) soient dans un même plan que l'axe du levier. En même temps, les biseaux (2) et (3) peuvent être rapprochés à $0^{mm},254$ l'un de l'autre. A ce rapprochement minimum correspond évidemment l'amplification maximum.

2. *Chronographe.* — La vitesse linéaire de la périphérie du tambour tournant peut varier entre 1 et 10 mètres par seconde. Pendant la période de refroidissement, où les variations de la pression s'effectuent très lentement, le mécanisme moteur peut être réglé de manière à n'obtenir qu'une vitesse linéaire de 5 à 10 centimètres par

seconde. Le tambour du chronographe peut être aisément détaché et transporté dans la chambre noire, où la pellicule photographique est enroulée et placée dans une boîte étanche à la lumière. A cet effet, et ainsi que l'explique la légende de la figure 9, cette boîte est disposée de telle manière que le tambour puisse être fixé en pleine lumière sur l'axe du chronographe, sans que la pellicule soit impressionnée. La boîte entourant le tambour est percée d'une fente longue et étroite qui, pendant la rotation, est masquée par un obturateur. Cet obturateur démasque la fente immédiatement avant une explosion, pour la recouvrir une seconde plus tard, alors que l'impression photographique est obtenue. Grâce à ce dispositif, il n'est pas nécessaire que la chambre dans laquelle on expérimente soit absolument sombre.

La source lumineuse est constituée par un fila-

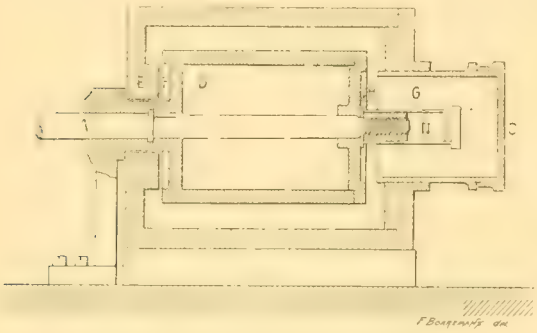


Fig. 9. — *Chambre noire du chronographe de M. Petavel.* — Le tambour D est représenté fixé sur l'axe A du chronographe. Pour enlever le tambour sans exposer à la lumière la pellicule qui est enroulée sur lui, la chambre noire est d'abord déplacée légèrement vers la droite, de manière à engager l'épaulement circulaire E dans le logement F. Le tube en laiton G est ensuite engagé dans l'évidement H. Cette opération terminée, son couvercle C peut alors être enlevé et la pièce N dévissée. La chambre noire, avec le tambour qui en a été ainsi rendu solidaire, peut, dans cet état, être séparée du chronographe (*en faisant glisser tout le système vers la droite*) et mise dans la chambre noire, où la pellicule est développée et remplacée par une autre non encore impressionnée.

ment droit de lampe à incandescence, dont l'image se forme au foyer du miroir, c'est-à-dire sur la fente de la boîte du chronographe, où elle produit une raie droite lumineuse perpendiculaire à l'axe de rotation. Le faisceau lumineux, se déplaçant d'une longueur qui est à chaque instant proportionnelle à la pression développée dans la bombe, trace une courbe sur la pellicule photographique, dont les ordonnées représentent (à une certaine échelle) les pressions de l'explosion et les abscisses (à une autre échelle) les temps écoulés.

Le manomètre est taré au préalable à l'aide d'une pression hydraulique, par un procédé sur lequel l'auteur ne donne aucun renseignement.

3. *Bombes.* — M. Petavel a employé deux bombes : l'une cylindrique, l'autre sphérique. Le métal les constituant était de l'acier doux forgé.

La bombe sphérique avait un diamètre intérieur de $101^{mm},6$, avec un écart maximum inférieur à $0^{mm},254$ (1/100 de pouce). La cavité sphérique était pratiquée dans un bloc massif d'acier par une ouverture de 31 millimètres de diamètre, et la sur-

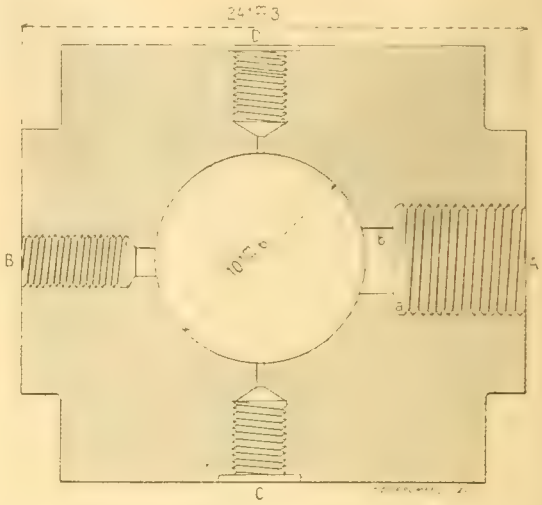


Fig. 10. — *Bombe sphérique de M. Petavel.* — A, écrou du manomètre enregistreur; B, bouchon de mise de feu; C et D, valves d'admission des gaz; *a*, épaulement; *b*, logement de l'extrémité du manomètre.

face intérieure ne présentait aucune aspérité sensible. Le volume de la cavité, déduit d'un jaugeage soigné, au mercure, était de 556 centimètres cubes; sa surface était égale à 327 centimètres carrés.

L'épaisseur minimum des parois était de 54 millimètres environ. Dans ces conditions, la bombe aurait sans doute pu supporter des pressions de 2.000 atmosphères (206,6 kilogs par centimètre carré); mais, par prudence, on n'a jamais dépassé la moitié de ce chiffre.

La bombe cylindrique, en raison de sa plus grande résistance, fut seule employée pour les hautes pressions.

La figure 10 représente une section de la bombe sphérique. L'écrou du manomètre est représenté

Fig. 11. — *Bombe cylindrique de M. Petavel.* — A, écrou du manomètre enregistreur; B, bouchon de mise de feu; C et D, valves d'admission des gaz.

en A; l'anneau d'acier D de la figure 8 s'appuie sur l'épaulement *a* et obture le joint régnant à cet endroit.

L'extrémité du manomètre est ajustée dans *b*, à frottement doux, et met ainsi l'obturateur à l'abri de l'action des gaz chauds. B est le logement du bouchon de mise de feu. Lorsqu'on expérimente

sur des explosifs gazeux, on emploie deux valves qui se vissent en C et D. La bombe est d'abord remplie avec du mercure passant par C; on introduit ensuite le gaz par D. Dès que le mercure est expulsé, la valve C est fermée. Après chaque

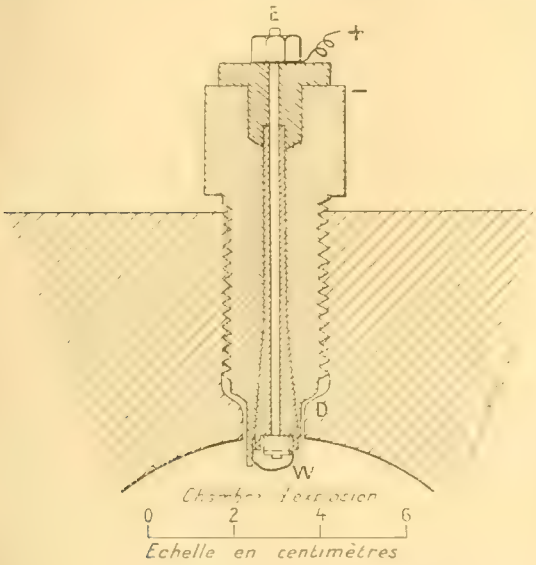


Fig. 12. — *Bouchon de mise de feu de la bombe de M. Petavel.* — L'isolant du conducteur central est en forme de cône, de manière à assurer sa tenue dans son logement au moment de l'explosion. Une petite cartouche de poudre noire peut être placée, le cas échéant, autour du fil fin W. Le joint conique D, étanche aux gaz, est protégé comme à l'habitude de tout contact avec les gaz chauds, par une pièce faisant saillie, qui bouche étroitement l'ouverture pratiquée dans la bombe.

explosion, la bombe est lavée avec une solution de potasse caustique, puis avec de l'eau distillée.

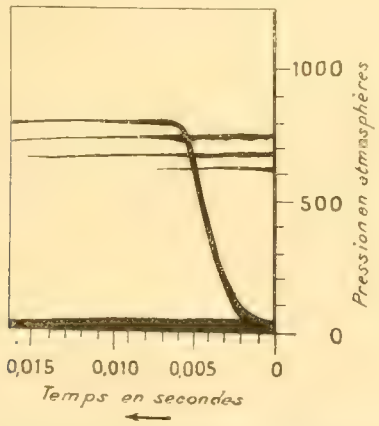


Fig. 13. — *Tracé donné par le manomètre enregistreur de M. Petavel.* — Diamètre de la cordite : 0m/m,89 ; densité de chargement : 0,0744 ; charge uniformément répartie en bombe sphérique.

La bombe cylindrique (fig. 11) avait les dimensions suivantes :

Diamètre extérieur	0m122
Diamètre intérieur	0m0317
Longueur de l'âme	0m6961
Volume intérieur	550 cm³
Surface des parois internes	709 cm²

Les deux bombes ont donc même volume intérieur, mais la bombe cylindrique a une surface interne double de celle de la bombe sphérique. La bombe cylindrique a parfaitement résisté à des pressions de 2.000 atmosphères.

Le bouchon de mise de feu (fig. 12) est organisé

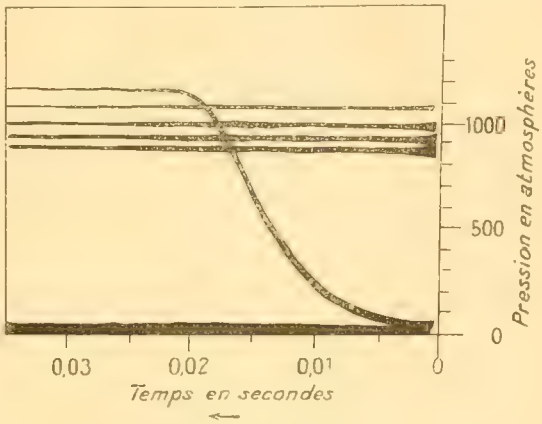


Fig. 14. — *Tracé donné par le manomètre enregistreur de M. Petavel.* — Diamètre de la cordite : 4m/m,44 ; densité de chargement : 0,099. Charge uniformément répartie en bombe sphérique.

d'une façon identique à celui qu'on emploie dans le manomètre de M. Vieille [1].

4. *Tracés.* — Avec cet appareil, M. Petavel a effectué un grand nombre d'expériences diverses, dont les résultats sont de tous points identiques à ceux précédemment obtenus par M. Vieille. Les tracés ob-

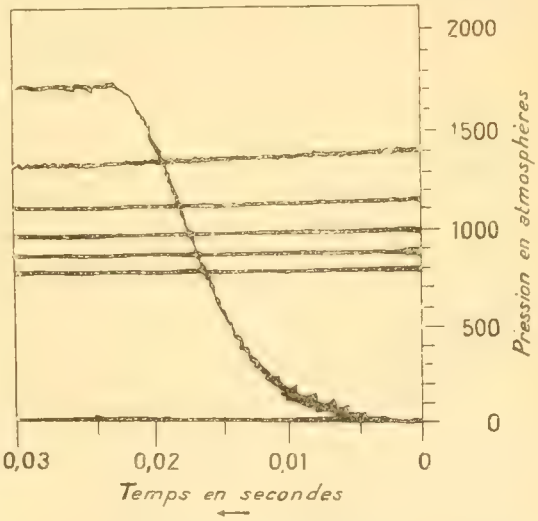


Fig. 15. — *Tracé donné par le manomètre enregistreur de M. Petavel.* — Diamètre de la cordite : 4m/m,44 ; densité de chargement : 0,15. Charge uniformément répartie en bombe cylindrique.

tenus sont généralement très nets et, grâce à leurs dimensions, la lecture en est facile. Les figures 13

[1] Afin d'obtenir une inflammation de l'explosif aussi rapide que possible, Pétavel a parfois fait usage de gaz tonnant (H^2O) au lieu de poudre noire.

à 15 donnent des spécimens des tracés fournis par ce remarquable appareil, dont la manipulation doit d'ailleurs être quelque peu délicate.

Nous reviendrons plus loin sur l'influence exercée par la forme et les dimensions des bombes, sur les tracés correspondant à une même poudre tirée à une même densité de chargement dans ces diverses bombes.

§ 4. — Manomètre de Noble[1].

Sir Andrew Noble a exécuté tout dernièrement une série de recherches dans le but d'élucider la variation de composition des produits gazeux résultant de la combustion d'un explosif donné sous des pressions variables. C'est au cours de ces travaux qu'il a entrepris d'étudier le mode de développement des pressions en vase clos à l'aide du manomètre que nous allons décrire (fig. 16).

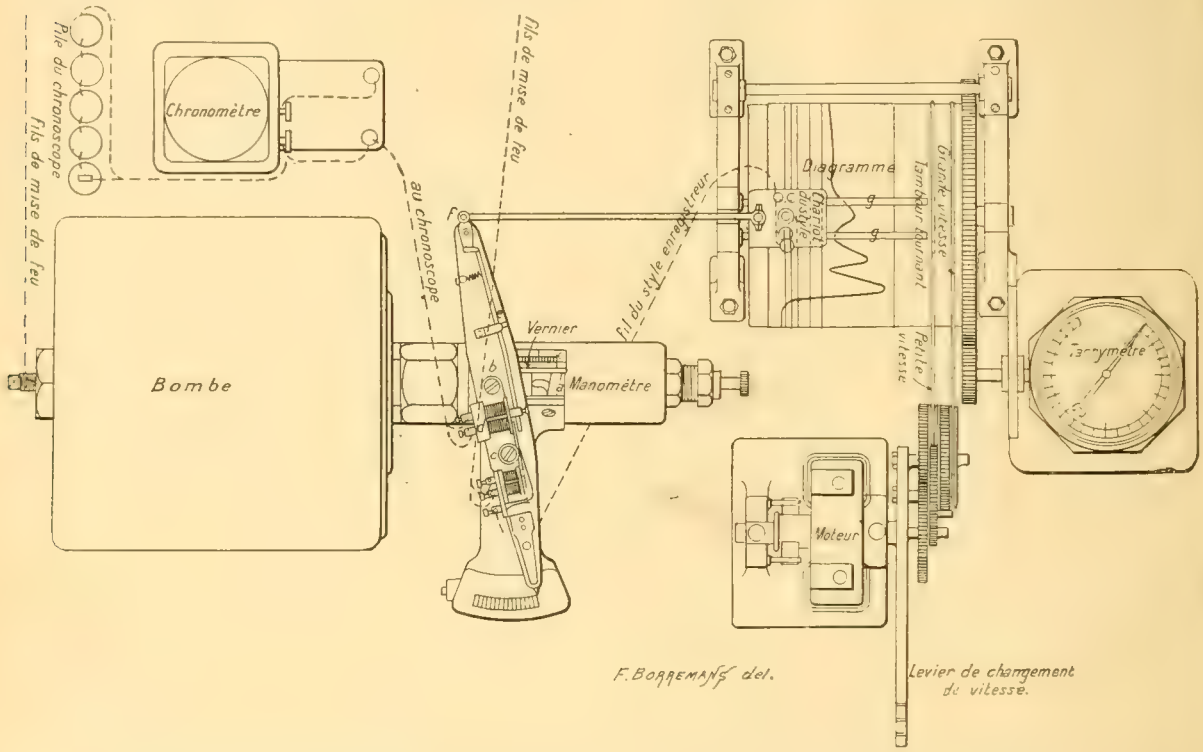


Fig. 16. — *Appareil de Sir Noble.* — *a*, ressort spiral; *b*, point d'attache du levier pivotant autour de l'axe *c*; *d*, *d*, électro-aimants; *e*, tringle; *f*, anneau; *g*, *g*, tringles guidant le chariot porteur du style.

1. *Description du manomètre.* — La bombe, de forme cylindrique, est fermée à ses deux extrémités par deux bouchons étanches aux gaz. A travers l'un d'eux passent les fils de la mise de feu électrique, tandis que l'autre porte l'indicateur de pression.

Ce dernier organe est constitué par un piston en acier, de faible section, qui reçoit à l'une de ses extrémités la pression des gaz. L'autre extrémité de ce piston a une section plus forte sur laquelle vient s'appuyer un ressort spiral *a*, dont la déformation a été soigneusement tarée. Un levier, attaché en *b* à ce piston, peut pivoter autour d'un axe *c* supporté par un palier fixe de l'indicateur; il résulte, par suite, de ce dispositif que, lorsque le ressort se comprime sous l'action du piston, l'extrémité du levier est assujettie à se déplacer.

Ce même levier porte deux électro-aimants *d*, dont l'un enregistre les secondes, tandis que l'autre est inséré sur le circuit de mise de feu. Une tringle *e* pivote autour d'un axe situé à l'extrémité du levier, et son mouvement, commandé par l'attraction de l'électro des secondes, détermine à son tour, par l'intermédiaire de l'anneau *f*, le déplacement d'un style qui marque sa trace sur un enregistreur constitué par un tambour tournant.

Ce tambour tournant est en bois léger; au-dessus de lui, et parallèlement à son axe, sont disposées deux tringles *g*, *g* supportées par le bâti de l'appareil et le long desquelles le chariot porteur du style est assujetti à glisser. Enfin, le style est soulevé par une détente qui est dégagée par le courant de mise de feu, au moment du passage de celui-ci dans un électro-aimant relié à la détente.

[1] Researches on Explosives, Part. III, lue à la *Société Royale de Londres* dans la séance du 8 juin 1905.

Le tambour tournant peut être animé de deux vitesses, dont la plus grande est de 1 mètre à la seconde, l'autre n'étant que de 25 millimètres dans le même intervalle de temps. Le tambour est mis en mouvement par des cordes de transmission enroulées, d'autre part, sur la roue à gorge de l'appareil moteur.

Avant une explosion, on installe le tambour de manière à ce qu'il soit actionné par la transmission à grande vitesse, celle à petite vitesse étant rendue folle. Une ou deux secondes après l'explosion, on actionne le levier de changement de vitesse, de manière à inverser l'état de choses précédent;

La grande vitesse est mesurée approximativement à l'aide d'un tachymètre, mais son évaluation exacte est déduite de la longueur de la seconde sur le diagramme d'enregistrement. Ce dernier est tracé sur une feuille d'étain appuyée sur une feuille de papier. La feuille d'étain ainsi préparée est placée sur le tambour, ainsi que l'indique la figure 16. Les bords de la feuille sont collés sur le tambour, et sa surface est ensuite noircie avec du camphre enflammé.

Le chronomètre est du type en usage dans la marine; il n'en diffère que par l'addition d'un contact à secondes. Celui-ci, étant relié au mécanisme placé sur le levier commandé par le piston, actionne le style traceur, qui peut, dès lors, inscrire les secondes pendant toute la durée de l'expérience.

2. *Exécution d'une expérience.* — La succession des opérations pendant l'exécution d'une expérience est alors la suivante :

Toutes les connexions électriques étant assurées, le chronomètre est relié au chariot du style traceur, mais aucune inscription ne peut avoir lieu, par suite du soulèvement du style par l'armature de l'électro-aimant qui le commande.

Le tambour est alors mis en marche, et, lorsqu'on a atteint la vitesse cherchée, ce que l'on constate aisément par la lecture du tachymètre, on presse le bouton de mise de feu, ce qui entraîne la fermeture du circuit de mise de feu au battement de la seconde suivante par le chronomètre.

Le passage du courant dégage en même temps la plume et allume la charge. On réduit alors la vitesse du tambour aussi rapidement que possible en agissant sur le levier de manœuvre des transmissions, en même temps qu'on réduit la vitesse du moteur. Le chronomètre continue à battre les secondes, fournissant ainsi la relation existant entre le temps et la pression jusqu'à la fin de l'expérience. On enlève ensuite le diagramme en coupant la feuille au point où le style est tombé; ce point marque le battement de la seconde correspondant à la mise de feu. La feuille est ensuite étendue sur un plateau, enduite de vernis et séchée.

3. *Critique de l'appareil précédent.* — Sir Noble ne fournit aucun éclaircissement sur la constante τ_0 du manomètre employé par lui, et il semble bien qu'il ne s'en soit pas préoccupé.

D'autre part, la longueur de la course du piston, correspondant à la pression maximum indiquée dans les tracés obtenus par lui, paraît incompatible avec la condition $\frac{\tau}{\tau_0} > 3$. Le manomètre de l'appareil peut donc avoir un fonctionnement dynamique. Il semble d'ailleurs bien qu'il en ait été ainsi dans les expériences en question, car, si, en partant : 1° de la formule [1] bien connue (due à Abel et à Sir Noble lui-même) :

$$p = \frac{f\Delta}{1 - \alpha\Delta};$$

2° des résultats numériques (α, Δ, p) consignés dans le mémoire de Sir Noble, on calcule, en fonction de la densité de chargement Δ, les valeurs de f relatives à la cordite, on obtient les nombres ci-après :

Δ	f	Δ	f
0.05	8.739	0.25	10.368
0.10	11.177	0.30	11.145
0.15	10.439	0.40	10.954
0.20	11.084	0.50	10.062

L'inspection de ce tableau fait immédiatement ressortir la divergence des valeurs de f, bien que celles-ci soient obtenues avec un même explosif. Si l'on observe en outre :

1° Que la valeur théorique de f correspondant à la décomposition de la nitroglycérine est de 10.560;

2° Que, dans une expérience à la bombe, et en supposant même réalisé intégralement le mode de décomposition théorique de l'explosif correspondant à ce chiffre maximum, le refroidissement par les parois de l'appareil exerce une influence perturbatrice se traduisant par un abaissement notable de la pression et, par suite, par une diminution correspondante de la valeur de f;

3° Que les poudres à la cordite ont une force sensiblement moindre que la nitroglycérine pure, par suite de l'adjonction de coton-poudre et de dissolvant à cet explosif;

On en déduira que la plupart des chiffres

[1] Dans cette formule :
p représente la pression (kg par cm²) :
Δ, la densité de chargement;
α, le covolume, c'est-à-dire, pour des explosifs à décomposition gazeuse totale, $\frac{v_0}{1.000}$, v_0 désignant le volume total des gaz, ramené à 0° et 760mm, produit par 1 kilog d'explosif.

inscrits dans le tableau précédent sont trop élevés. Comme, d'autre part, les valeurs d'α sont connues avec précision et qu'une erreur, même notable, sur cette quantité n'aurait qu'une faible influence relative sur les valeurs de f correspondantes, déduites de la formule d'Abel et Noble, on en conclut à l'inexactitude des pressions mesurées.

Pour si ingénieux qu'il soit, l'appareil précédent ne fournit donc, tout au moins dans ses conditions actuelles d'établissement, que des indications erronées.

§ 5. — Remarques relatives à l'utilisation des données fournies par les appareils précédents.

Nous avons vu précédemment que le coefficient angulaire de la tangente au point d'inflexion de la courbe des pressions en fonction des temps caractérise, pour des poudres chimiquement semblables et brûlées sous une même densité de chargement, la forme du grain employé.

En principe, on devra donc employer, pour la détermination de cette caractéristique, des bombes de dimensions telles que le grain entier puisse y brûler, sans qu'on soit obligé au préalable d'altérer sa forme. Les poudres actuelles étant d'ailleurs toujours, et quoi qu'on fasse, des mélanges plus ou moins homogènes (les raisons en seront données dans la deuxième partie de ce travail), il y aura, en outre, intérêt à brûler à la fois un nombre de brins (ou de grains) suffisamment grand pour qu'on puisse déduire d'une série d'expériences des résultats moyens dignes de confiance.

Les effets perturbateurs, dus au refroidissement des gaz au contact des parois de l'appareil, subsisteront toujours, quoi qu'on fasse, et seront fonction des dimensions de celui-ci ; mais, comme ils se produisent également dans le canon, on conçoit qu'il soit possible d'en tenir compte très approximativement par l'introduction d'un facteur de correction empirique afférent au tir d'une bouche à feu déterminée. Il serait, d'ailleurs, illusoire de chercher, dans les calculs de ce genre, une précision que ne comportent pas les tirs eux-mêmes, car les très minimes différences qui existent entre des bouches à feu similaires suffisent pour introduire des différences notables dans les résultats balistiques de tirs effectués le même jour.

II. — Étude expérimentale de la stabilité des poudres.

§ 1. — Considérations générales.

L'ancienne poudre noire avait une stabilité chimique parfaite, et, à la condition d'être mise à l'abri de l'humidité, sa conservation était indéfinie. Il n'en est malheureusement pas de même des colloïdes nitrés dont l'usage comme poudres est maintenant général. On sait que ces corps, qu'ils soient à base de coton-poudre seul ou de coton-poudre associé à la nitro-glycérine, sont obtenus par la gélatinisation du coton-poudre dans des dissolvants variés et appropriés à son taux de nitration (alcool, éther, éther acétique, acétone).

Cette fabrication est très délicate et demande à être conduite avec le plus grand soin. En ce qui concerne notamment la fabrication du coton-poudre, une immersion exagérée dans le bain acide favorise des réactions secondaires nuisibles, telles que : suroxydation de parties de cellulose, dissolution dans le bain acide de matières organiques constituant des impuretés du coton, formation d'acides nitreux et de dérivés nitreux instables de la cellulose.

L'opération de la nitration est, en outre, elle-même influencée par les variations thermométriques et hygrométriques de l'atmosphère, et son allure est étroitement liée à la nature des cotons sur lesquels on opère.

L'opération de la gélatinisation et les séchages subséquents ne sont pas moins délicats. Quoi qu'il en soit de ces difficultés extrêmes de fabrication, la poudre mise en service perd plus ou moins rapidement son dissolvant, suivant le degré d'étanchéité des caisses dans lesquelles elle est contenue, et surtout suivant la température plus ou moins élevée à laquelle elle est soumise. Cette élimination progressive du dissolvant a pour effet de modifier profondément les diverses propriétés du colloïde. Ainsi, alors qu'une poudre en bon état est élastique et tenace, une poudre privée d'une partie notable de son dissolvant devient dure et cassante, et l'on a pu, aux États-Unis, baser une épreuve de stabilité sur cette altération physique. Parallèlement à cette modification, on voit changer les propriétés balistiques de la poudre, par suite du relèvement de sa force et surtout de son coefficient de vivacité.

L'élimination du dissolvant s'accentuant, on voit, et c'est là la conséquence la plus grave de ce phénomène, apparaître des traces de décomposition nitreuse. Cette décomposition est accompagnée d'un dégagement de chaleur tel qu'il peut en résulter la combustion spontanée de l'explosif, et c'est à des accidents de ce genre que sont sans doute imputables les catastrophes retentissantes du *Maine*, du *Mikasa* et celle, toute récente, de l'*Aquidaban* en rade de Rio-de-Janeiro.

La détermination de la stabilité des poudres a donc, dans la pratique, une très grande importance, et l'on s'explique ainsi les nombreux travaux dont elle a été partout l'objet.

Les causes mises en avant pour expliquer cette

formation spontanée de produits nitreux sont les suivantes :

1° Traces de produits nitreux, résultant, ainsi que nous l'avons vu plus haut, d'une fabrication peu soignée ;

2° Addition de substances en vue de l'augmentation de la stabilité. C'est ainsi que Guttmann a montré[1] que les substances alcalines incorporées dans le but de neutraliser les produits nitreux accélèrent, au contraire, dans certains cas, la décomposition de la poudre. Le même auteur a également fait voir[2] que l'addition d'eau distillée à de la nitroglycérine pure produit le même effet ;

3° Manque de soins dans les diverses opérations de fabrication et de séchage ;

4° Le coton employé n'est pas de la cellulose chimiquement pure et contient toujours de petites quantités de matières organiques, dont la nitrification peut engendrer des composés instables, non éliminés dans la suite des opérations de fabrication ;

5° Certaines nitrocelluloses pures, sinon la totalité, seraient instables, et leur degré de stabilité tout relatif ne dépendrait que de conditions étroitement limitatives ;

6° La molécule de nitrocellulose pure serait susceptible d'éprouver une oxydation lente, comme certaines variétés de carbone poreux en éprouvent à l'air (voir les travaux récents de Moissan sur ce sujet) ;

7° Enfin, le chimiste A. Sy, du Laboratoire de l'Arsenal de Francfort, invoque comme cause agissante l'action de bactéries dénitrifiantes[3].

Quoi qu'il en soit de ces causes et de leur importance relative, l'expérience a permis de reconnaître que l'évolution d'une poudre nitrée est régie par une loi expérimentale assez précise.

Appelons A le temps écoulé depuis la fabrication de la poudre jusqu'au moment où elle se décompose, en la supposant constamment soumise à une température de 0°. Désignons maintenant par a le temps correspondant à la température t ; l'expérience montre qu'entre des limites assez étendues de température, les temps a sont liés à A par une relation de la forme :

$$a = Ae^{-\alpha t}, \qquad (1)$$

où α représente une constante positive.

Il résulte de la forme de la relation (1) que, de la connaissance du temps a_1 correspondant à une température déterminée t_1, on pourra déduire le temps a d'évolution correspondant à la température normale t de conservation de la poudre. Comme a décroît d'ailleurs rapidement à mesure que t grandit, il sera en général commode de déterminer la valeur de a correspondant à une valeur élevée de t, par suite de la réduction de la durée de l'expérience d'épreuve ainsi effectuée.

Les températures d'épreuve employées doivent être, en principe, supérieures à la température d'ébullition du dissolvant utilisé pour la gélatinisation, sans toutefois être trop élevées au-dessus de ce dernier chiffre, car l'expérience a montré qu'une épreuve de stabilité effectuée dans ces conditions pouvait provoquer une décomposition sans rapport avec la stabilité de l'explosif, c'est-à-dire n'obéissant pas à la relation (1).

Supposons choisie la température θ de l'épreuve ; celle-ci consistera en un chauffage de la poudre à cette température, en présence d'un réactif capable de déceler le commencement de la décomposition nitreuse, réactif qui est généralement le papier bleu de tournesol.

Le rougissement de ce dernier étant obtenu, si l'on refroidit la poudre à la température ordinaire et qu'on la laisse en cet état pendant quelques heures, on constatera, en recommençant l'épreuve précédente, que le papier de tournesol rougit au bout d'un intervalle de temps moindre que le précédent.

Ce phénomène s'explique de la manière suivante : le chauffage élimine tout d'abord le dissolvant de la périphérie de la bande ou du grain de poudre ; si l'on arrête l'opération avant que le dissolvant soit chassé de l'intérieur, celui-ci, au refroidissement, se diffuse de nouveau dans toute la masse et vient neutraliser les produits acides de la surface.

L'épreuve unique ne peut donc fournir d'indication valable qu'au cas où sa durée serait suffisante pour amener l'élimination totale du dissolvant. Comme il n'en est jamais ainsi, on a substitué dans certains pays, à l'épreuve unique, l'épreuve dite à durées totalisées, qui s'exécute ainsi qu'il suit : La poudre est chauffée de la même manière que dans l'épreuve unique ; soit a le temps nécessaire au rougissement du papier bleu de tournesol. On laisse refroidir la poudre et l'on renouvelle l'épreuve le lendemain à la même heure ; soit a' le nouveau temps obtenu. On répète indéfiniment l'opération jusqu'à ce que le dernier temps a_n soit inférieur à un minimum donné.

La résistance de la poudre est alors représentée par la somme $a + a' + a'' \ldots + a_n$, qui doit être inférieure à une durée minima découlant de la discussion des expériences antérieures.

La durée a de la vie d'une poudre à la température normale de son emploi n'est, d'ailleurs, pas le seul facteur qu'il importe de considérer. Au point de vue balistique, la modalité de la perte du dis-

[1] *Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1897, p. 233.
[2] *Ibid.*, 1899, p. 55.
[3] Stability test for Nitrocellulose powders. *Journ. of the United States Artillery*, octobre 1903, p. 137.

solvant en fonction du temps a également une grande importance.

Pesons 100 grammes d'une poudre donnée, au moment de sa mise en service, et plaçons l'échantillon en question dans une caisse à poudre ordinaire, supposée conservée à une même température. En effectuant périodiquement des pesées de l'échantillon, on constatera des pertes de poids successives π, π', π''. Si maintenant on porte les temps en abscisses et les pertes de poids en ordonnées, on obtiendra une courbe telle que celle de la figure 17, qui représentera l'allure du phénomène, et celui-ci pourra être caractérisé, à un instant quelconque θ, par le coefficient angulaire η de la tangente MT à cette courbe au point d'abscisse θ.

Etant donné ce que nous avons dit précédemment de l'influence qu'avait au point de vue balistique le départ du dissolvant, il est clair qu'à de

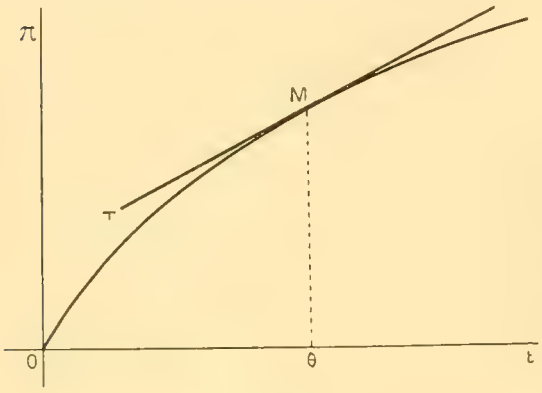


Fig. 17.

grandes valeurs de η correspondront des variations très rapides des qualités balistiques de la poudre considérée. Une bonne poudre doit donc être caractérisée, non seulement par une bonne stabilité, mais encore par de faibles valeurs du coefficient η défini plus haut. Un excès de dissolvant augmentera sans doute la stabilité ; mais, comme cet excès s'éliminera assez rapidement en service et qu'il aura pour effet un accroissement marqué du coefficient η dans les premières périodes de la vie de la poudre, il sera, en définitive, plutôt nuisible. Une longue pratique peut, seule, aider à fixer les conditions limites à admettre, tant pour la stabilité que pour le coefficient η, mais le caractère obligatoire de la prise en considération de ces deux facteurs ressort nettement de la discussion précédente. Dans la pratique, on déterminera η en opérant à une température constante déterminée, et assez élevée pour mettre en évidence, dans un temps suffisamment court, les pertes de poids de l'échantillon dues au départ du dissolvant.

Ayant ainsi mis en lumière le but des épreuves de stabilité et les conditions dans lesquelles elles doivent s'exécuter, nous allons maintenant décrire les principales de ces épreuves actuellement en usage tant en France qu'à l'Étranger.

§ 2. — Épreuve d'Abel.

Cette épreuve, la plus ancienne de toutes, est encore actuellement réglementaire en Angleterre.

L'échantillon de poudre est réduit en copeaux de $0^{mm},5$ d'épaisseur et exposé à l'air pendant un minimum de douze heures. On peut encore employer des raclures minces détachées avec un morceau de verre et soumises pendant quarante-

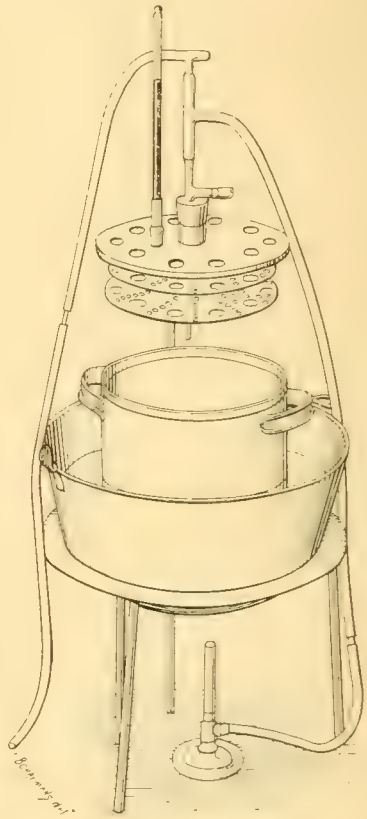


Fig. 18. — *Appareil pour l'épreuve d'Abel.*

huit heures à une température de 45°C. ; les raclures ainsi chauffées sont alors placées dans une boîte humide où on les laisse toute une nuit. On prend ensuite 1 gr. 3 de l'échantillon ainsi préparé et l'on place ce poids de poudre dans une éprouvette en verre de 16 centimètres de longueur, fermée par un bouchon que traverse une baguette de verre. A la partie inférieure de celle-ci est soudé un crochet en fil de platine, auquel est attachée une bande de papier imprégnée d'iodure d'amidon (KI + amidon) et mouillée sur la moitié de sa longueur avec une solution de glycérine à 50 °/₀. On règle la position de la bande dans le tube, de manière à ce que la ligne séparant les portions sèche et mouillée soit dans le même plan horizon-

tal que le bord du voile d'humidité formé à l'intérieur du tube par l'explosif. Le tube est ensuite immergé dans un bain, dont la température, variable suivant la nature de l'explosif, est de (100° ± 1°) pour les poudres à la nitrocellulose. Le bain employé (fig. 18) est une marmite d'eau dans laquelle est placé un second vase en cuivre contenant de l'eau ou de la glycérine ; ce dernier a un couvercle formé par trois disques parallèles et perforés, placés à 25 millimètres l'un de l'autre. Les trous dans les disques du haut et du milieu sont juste assez grands pour laisser passer les tubes d'essai, qui s'encastrent dans les ouvertures plus petites du troisième disque. Ce dispositif assure aux tubes une position verticale et les maintient à un même niveau.

Lorsque le bain a atteint la température voulue, on immerge les tubes, et l'épreuve commence à cet instant; elle prend fin lorsqu'on voit apparaître une ligne brune, à la jonction des parties sèche et mouillée du papier d'épreuve. Une poudre à la nitrocellulose est considérée comme bonne lorsque le papier ne vire au brun qu'après 10'. Pour les poudres à la nitro-glycérine, le brunissement ne doit pas apparaître avant 20', la température du bain étant 65°,5. La décoloration du papier est due à l'action de l'iode libre, provenant de la décomposition de l'iodure de potassium par les impuretés ou les produits de décomposition de l'explosif (oxydes d'azote).

En se reportant à ce que nous avons dit plus haut, il est facile de se rendre compte que l'épreuve d'Abel ne fournit aucun renseignement sur le mode de départ du dissolvant. L'addition de composés azotés à la poudre peut, en outre, dénaturer complètement le sens de l'épreuve, en laissant croire à un manque de stabilité de l'explosif, alors que les mauvais résultats de l'épreuve peuvent être dus à une décomposition partielle des substances ajoutées, décomposition qui peut ne pas se produire aux températures ordinaires de conservation de la poudre.

Réciproquement, l'addition de certaines substances à la poudre, telles que le bichlorure de mercure, peut masquer complètement le manque de stabilité de l'explosif. Dans ce cas, le mercure provenant de la réduction du bichlorure par les composés nitreux s'unit à l'oxyde d'azote[1] et, en empêchant sa volatilisation, retarde son action sur le papier d'épreuve. Ce mode de fraude, qui n'est pas à craindre dans les usines de l'État, se serait, paraît-il, produit aux États-Unis[2], où les fournitures d'explosifs sont faites par l'industrie privée.

L'addition d'amines et d'urée fausserait également l'épreuve en vertu de la réaction suivante :

$$R.AzH^2 + HO.Az.O = R.OH + Az^2 + H^2O.$$

Les sels alcalins, l'éther acétique, l'acétone, les huiles, la vaseline, l'aniline, ont été aussi employés dans le même but.

Une autre sorte de critiques a encore été faite contre l'épreuve d'Abel; on a fait ressortir que des résultats différents étaient obtenus suivant que les copeaux employés étaient plus ou moins gros et que leur teneur en humidité était plus ou moins considérable.

Dans le même ordre d'idées, les résultats de l'épreuve seraient fonction de la nature du papier d'épreuve, de très légères différences modifiant beaucoup les résultats de l'épreuve. Il en serait d'ailleurs de même de l'équation personnelle de l'opérateur.

Pour toutes ces raisons, l'épreuve d'Abel est aussi défectueuse qu'insuffisante. Les mêmes critiques générales peuvent être faites au sujet de ses modifications : épreuve de Cullen à l'iodure de zinc (température d'épreuve 80°), épreuve de Guttmann, avec papier mouillé dans une solution de diphénylamine dans l'acide sulfurique.

§ 3. — Épreuve de Hess.

Hess chauffe le coton-poudre à 70° dans un tube en verre, et enlève au moyen d'un courant d'air les produits volatils de décomposition qui sont transportés dans une solution diluée d'empois d'amidon ioduré. On procède à cinq observations : quatre lectures de coloration de l'empois ioduré et une notation du temps nécessaire pour obtenir l'explosion d'un échantillon.

Cette épreuve n'est encore qu'une modification de celle d'Abel et présente les mêmes inconvénients que cette dernière, l'empois d'amidon étant aussi sensible que le papier imprégné de cette substance.

§ 4. — Épreuve d'explosion.

Pour exécuter cette épreuve, on place 0 gr. d'explosif dans un tube en verre large et robuste. Ce tube, légèrement bouché, est ensuite placé dans un bain de paraffine à 100° (fig. 19), que l'on agite et que l'on chauffe de manière à réaliser une élévation de température de 5° par minute. L'opération est poursuivie jusqu'à l'explosion de l'échantillon ; à cet instant, on note la température du bain.

Une poudre à la nitrocellulose de bonne stabilité ne doit pas s'enflammer en dessous de 177°.

Le point d'explosion d'une poudre à la nitro-gly-

[1] Thomas : *Zeitschrift für ang. Chem.*, 1898, p. 1027.

[2] Voir l'article « Stability test for Nitrocellulose powder », auquel nous sommes redevable d'une partie des renseignements précédents.

cérine stable n'est pas inférieur à 170°. L'expérience fait ressortir l'insuffisance absolue de ce mode d'appréciation, bon tout au plus à différencier les poudres très stables de celles en voie de décomposition. La loi suivant laquelle on élève la température en fonction du temps jouerait d'ailleurs un rôle prépondérant dans ce mode d'épreuve.

§ 5. — Épreuve allemande.

Cette épreuve est la suivante : 2 gr. 5 d'un échantillon de l'explosif à étudier sont placés dans un tube d'épreuve très résistant avec une bande de

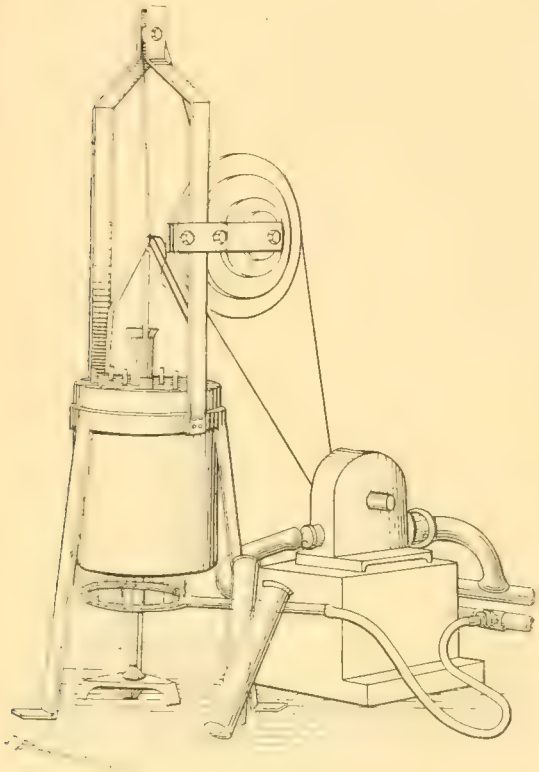


Fig. 19. — *Appareil pour l'épreuve d'explosion.*

papier bleu de tournesol. Le tube, légèrement bouché, est ensuite placé dans un bain chauffé à la température constante de 135°.

On note successivement les temps mis pour obtenir : 1° le rougissement du papier bleu de tournesol ; 2° l'apparition des fumées brunes d'acide hypoazotique ; 3° l'inflammation de l'échantillon.

Des explosifs stables supportent cette épreuve dans les conditions suivantes :

	ROUGISSEMENT du papier	APPARITION des vapeurs d'acide hypoazotique	INFLAMMATION
Poudre à la nitrocellulose	1h15'	2h00	5h00
Poudre à la nitroglycérine . . .	0h30	0h45'	5h00

Pour rendre les résultats de l'épreuve aussi probants que possible, on compare la poudre à étudier à une poudre type similaire de bonne stabilité. Comme nous l'avons dit précédemment, la température d'épreuve de 135° paraît trop élevée, la durée de l'explosif à cette température n'obéissant plus qu'accidentellement à la loi numérique énoncée au début de cette étude.

L'appréciation de l'instant du rougissement du papier de tournesol peut également donner lieu à de fortes divergences, que l'on réduira au minimum en prenant les précautions suivantes :

a) Le papier de tournesol sera aussi sensible que possible et d'une qualité uniforme ;

b) On fera usage d'une échelle de teintes graduées ;

c) On aura recours autant que possible à un seul observateur.

§ 6. — Épreuve française (ou Vieille) à 110° centigrades.

Dix grammes de l'explosif étudié sont placés dans un fort tube en verre, ainsi qu'une bande de papier bleu de tournesol. Le tube est ensuite hermétiquement bouché et placé dans une étuve à 110° ; on note le temps mis par le papier tournesol pour passer au rouge. Le flacon est alors enlevé de l'étuve et ouvert. On laisse refroidir la poudre pendant la nuit et on renouvelle l'opération en prenant un flacon propre et un nouveau papier. On continue la série des épreuves jusqu'à ce que le temps nécessaire pour obtenir le rougissement du papier soit inférieur à une heure. Les temps successifs sont alors additionnés et le total obtenu ne doit pas être inférieur à un chiffre variable suivant l'épaisseur de la poudre.

L'épreuve n'est pas applicable aux poudres à la nitroglycérine ; sa bonne exécution exige, en outre, la stricte observation des précautions indiquées précédemment pour l'emploi du papier de tournesol. De plus, et bien que fournissant une limite inférieure précise de l'existence de l'explosif, elle doit être complétée par la mesure du coefficient η défini par une durée et une température de chauffage déterminées, si l'on veut avoir une idée approchée des variations balistiques éprouvées par la poudre après sa mise en service.

§ 7. — Épreuve américaine à 115° centigrades.

L'épreuve porte sur quatre échantillons. Ceux-ci sont pesés sur un verre de montre et chauffés pendant huit heures dans une étuve à air réglée à la température de 115°C. ($\pm 0°,5$). L'échantillon est alors enlevé, mis à refroidir dans un dessécheur et pesé.

Cette opération est renouvelée pendant six jours. A la fin de cette période, la perte de poids ne doit pas excéder 8 %.

Les résultats obtenus servent à construire la courbe définissant le coefficient η.

L'étuve à air employée pour le chauffage est à double enceinte (fig. 20). L'étuve proprement dite ou four est constituée par des feuilles de cuivre; son fonds inférieur a la forme d'un V dans le but de prévenir les bosselages. Extérieurement à ses parois, le four est entouré sur les 2/3 de sa hauteur par un bain constitué par un mélange de xylène et de toluène en proportions telles que l'ébullition du liquide maintienne l'intérieur du four

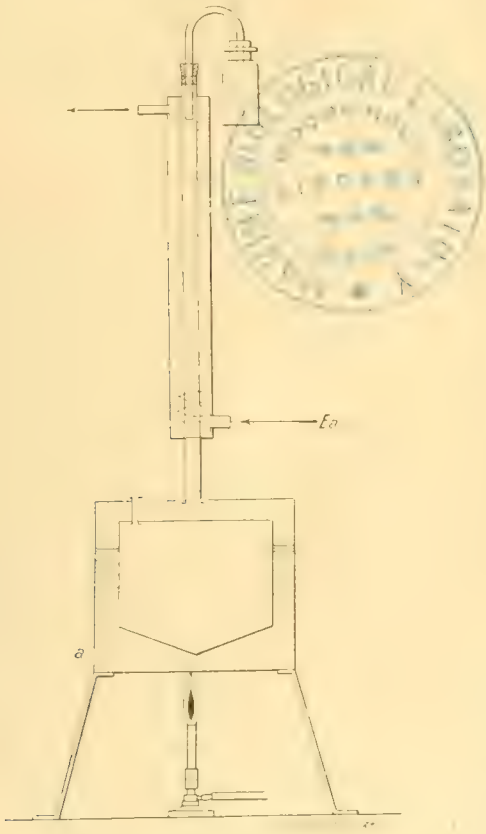


Fig. 20. — *Etuve pour l'épreuve à 115°.* — *a*, mélange de toluène et de xylène.

à la température de 115°. Un condenseur à reflux empêche l'évaporation du xylène et du toluène.

La température de 115° n'a d'ailleurs pas été adoptée au hasard; elle résulte de nombreuses expériences comparatives qui ont montré que cette température était optima au point de vue de la différenciation entre les tracés afférents à une bonne et à une mauvaise poudre.

En plaçant les échantillons dans des boîtes soudées, on obtient des résultats qui montrent nettement que ce dispositif équivaut, toutes choses égales d'ailleurs, à une augmentation de la température de l'épreuve.

L'épreuve précédente est complétée par une épreuve dite de fragilité, cette dernière propriété étant, non sans raison, considérée par les Etats-Unis comme une source de dangers, puisqu'elle résulte d'une perte notable de dissolvant. Nous ne sommes toutefois pas renseigné sur la corrélation qu'on a pu établir en Amérique entre la stabilité et la fragilité, si toutefois il existe une relation numérique entre ces deux caractérisques d'une poudre.

Quoi qu'il en soit de ces considérations, l'épreuve de fragilité s'exécute de la manière suivante:

On choisit, dans la poudre en essai, 10 grains[1] de poudre dont on coupe les deux extrémités perpendiculairement à la longueur, de manière que, l'opération terminée, leur longueur soit égale à leur diamètre. On comprime ensuite lentement les grains entre des surfaces parallèles jusqu'à production de fentes. La diminution de hauteur éprouvée par le grain à cet instant est exprimée en pourcentage de la longueur primitive; la moyenne des 10 mesures ne doit pas être inférieure à 45 °/₀. Les bonnes poudres donnent plus de 50 °/₀.

III. — Etude des phénomènes d'érosion.

§ 1. — Historique de la question.

Les phénomènes d'érosion de l'âme des bouches à feu ont été observés depuis longtemps déjà : c'est ainsi que la mise hors de service des anciens canons bouchés résultait généralement des dégradations du grain de lumière dues à cette cause. Toutefois, l'artillerie n'a commencé à se préoccuper sérieusement de leur influence destructive que lors de l'apparition, d'ailleurs presque simultanée, du forcement par la ceinture et de l'emploi des gros calibres (1870).

L'usage des poudres prismatiques brunes, pendant la courte période qui s'étend de 1880 à 1890, mit en évidence leur pouvoir érosif considérable, et, à cet égard, la mise en service des poudres colloïdales à base de nitrocellulose pure réalisa un véritable progrès.

Il n'en est d'ailleurs pas de même de toutes les poudres colloïdales, et celles à base de nitroglycérine sont particulièrement offensives pour les bouches à feu, à tel point que, dans certains tirs, on voit l'usure de l'arme s'accentuer nettement à chaque coup. Pour remédier à des effets destructeurs aussi rapides, plusieurs artilleries ont dû renoncer à l'usage des poudres en question, malgré leur supériorité balistique incontestable. En Angleterre, où elles sont encore en usage, on a

[1] Les poudres de guerre en usage aux Etats-Unis sont des poudres à base de nitrocellulose gélatinisées par l'acétone. Elles ont la forme de cylindres faiblement allongés et percés de canaux parallèles à l'axe. Le chiffre de 8 °/₀ donné plus haut pour la perte de poids maxima à l'épreuve de 115° C. dénote un faible séchage; de telles poudres doivent éprouver de grandes variations balistiques en service.

atténué leurs effets d'érosion en leur incorporant une certaine quantité de vaseline, et l'on a par ce moyen obtenu le résultat cherché ; mais, du même coup, on a également diminué la puissance balistique de l'explosif.

Le pouvoir érosif des poudres ainsi modifiées

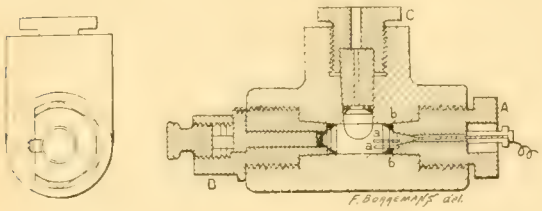


Fig. 21. — *Appareil Vieille pour l'étude des phénomènes d'érosion.* — A, bouchon pour la mise de feu; *a*, *a*, fils de fer fins; *b*, *b*, obturateur en cuivre rouge; B, bouchon renfermant le manomètre; C, bouchon renfermant le grain métallique.

(cordites MD) est d'ailleurs encore resté très supérieur à celui des poudres à la nitrocellulose pure (poudres américaine, allemande, française, russe), et l'on a prévu, dans la Marine anglaise, la possibilité du remplacement des tubes des canons de douze pouces dans le cours d'une guerre.

Quoi qu'il en soit des avantages et des inconvénients respectifs des diverses poudres actuellement en usage, ce n'est que tout récemment que l'étude des phénomènes d'érosion a été abordée d'une manière systématique.

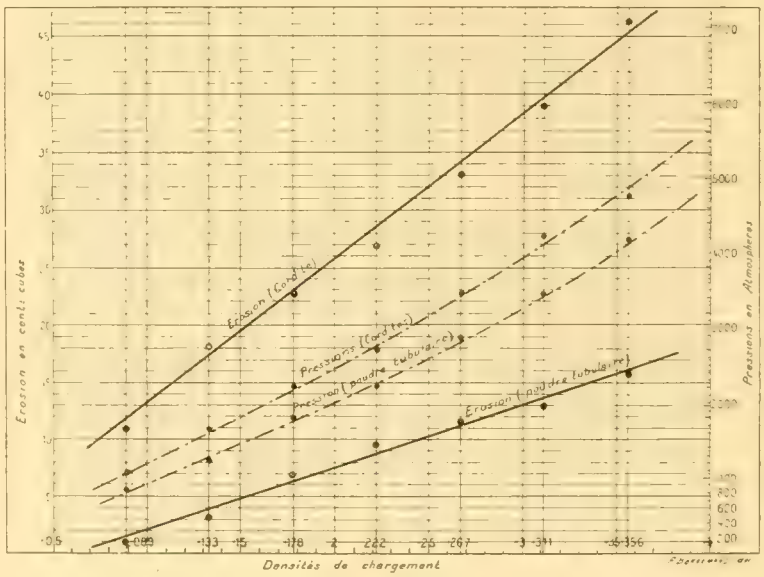


Fig. 22. — *Erosions comparatives produites par la cordite et par la poudre tubulaire à la nitrocellulose de Rottweil.*

Les premiers travaux sur la question sont dus à Daubrée[1], dont les expériences avaient pour but la recherche des causes de la formation des cheminées diamantifères de l'Afrique du Sud ; toutefois, c'est M. Vieille[2] qui, le premier, a mis en évidence le rôle prépondérant que joue, dans les phénomènes de ce genre, la température de combustion de l'explosif. Les travaux récents de Petavel[1] et de Sir A. Noble[2], en Angleterre, ont d'ailleurs pleinement confirmé les résultats obtenus par notre éminent compatriote.

Le principe des appareils employés par ces divers savants est d'ailleurs identique : ils consistent essentiellement en un bloc d'acier très résistant, fermé par un bouchon portant une ouverture étroite d'une longueur et d'un diamètre déterminés, par laquelle s'écoulent les gaz à haute température provenant de la combustion de l'explosif.

Le bouchon est pesé avant et après l'expérience.

La perte de poids constatée mesure l'effet érosif correspondant aux conditions de l'expérience.

Voici, d'ailleurs, la description donnée par M. Vieille de l'appareil employé par lui dans ses expériences[3].

§ 2. — Appareil Vieille.

Il consiste en une chambre en acier munie de trois tubulures (fig. 21), fermées chacune par un bouchon en acier.

Le bouchon A, qui sert à la mise de feu, est percé d'un canal conique s'évasant vers l'intérieur, dans lequel s'engage un piston exactement rodé formant clapet et isolé par de la gomme laque. Ce piston constitue, avec le corps du bouchon, partie d'un circuit électrique comprenant un fil de fer fin *aa* traversant une petite amorce de poudre de chasse extra-fine, que le passage du courant dans le circuit permet d'enflammer. Le joint du bouchon A avec la chambre est assuré par l'obturateur en cuivre rouge *bb*.

Le bouchon B renferme un manomètre à écrasement ou à ressort, et la tête du piston qui transmet la pression des gaz est munie d'une plume en acier qui inscrit son déplacement sur un cylindre tour-

[1] *C. R. de l'Acad. des Sc.*, 24 novembre 1890.
[2] VIEILLE : Etude sur les phénomènes d'érosion. *M. des Poudres et Salpêtres*, t. XI.

[1] La pression des explosions. *Philosophical Transactions*, série A, 1905.
[2] Recherches sur les explosifs. *Ibid.*, série A, 1905.
[3] *M. des Poudres et Salpêtres*, t. XI, p. 167.

nant, dont on connaît la loi de rotation en fonction du temps par un procédé identique à celui qui a été décrit précédemment (manomètre enregistreur). On obtient donc ainsi la loi du développement des pressions à l'intérieur de l'appareil, en fonction du temps.

Le troisième bouchon C reçoit le grain métallique, percé d'un canal axial de 1 millimètre de diamètre par lequel s'écoulent les gaz produits par la combustion de l'explosif. L'obturation du joint du bouchon C et de l'appareil est assurée comme plus haut. Le bouchon C qui porte le grain est percé lui-même d'un large canal de 10 millimètres de diamètre, assurant un facile écoulement aux gaz ayant traversé le grain.

Le volume intérieur de ce type d'appareil est de 17,8 c. c.; on y brûle des charges explosives dont le poids est compris entre 3 gr. 5 et 10 grammes. Vieille a d'ailleurs employé des éprouvettes cylindriques de 75 et 340 centimètres cubes de capacité intérieure. Ces dernières n'avaient que deux tubulures, dont l'une servait à la mise de feu et l'autre à l'installation du grain de fuite; on y brûlait des charges respectivement cinq et vingt fois plus considérables que celles comburées dans l'appareil de 17,8 c. c.

§ 3. — **Mesure des érosions.**

Le grain métallique à travers lequel s'écoulent les gaz pèse 135 grammes avant l'expérience. Il est pesé au milligramme à la balance de précision; après l'explosion, il est essuyé et pesé de nouveau avec la même précision. Suivant les métaux constituant le grain, on a observé des différences de poids variant de 0gr. 150 à 8 ou 9 grammes. Dans tous les cas, l'approximation obtenue était supérieure au 1/100.

L'érosion volumétrique était déduite de la précédente; dans quelques cas, on l'a cependant évaluée directement par un jaugeage au mercure du canal de fuite opéré avant et après l'explosion.

Pour donner au lecteur une idée de la différence des pouvoirs érosifs des poudres à la nitroglycérine (cordite MD) et à la nitrocellulose (poudre allemande de Rottweill), nous donnons ci-contre un graphique obtenu par Sir A. Noble et relatif aux pouvoirs érosifs de ces deux poudres en fonction des charges et des pressions enregistrées (fig. 22). Le rapprochement fait nettement ressortir l'indépendance du pouvoir érosif et de la pression.

P. Bourgoin,
Chef d'escadron d'Artillerie coloniale.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES ALLIAGES DE L'ALUMINIUM

Les alliages que donne l'aluminium avec les métaux usuels (fer, argent, or, étain, zinc et cuivre) ont été obtenus pour la première fois par H. Sainte-Claire Deville (en 1854), et ensuite par Ch. et Al. Teissier, par mélange direct des métaux composants. Plus tard, on put les préparer en réduisant par un excès d'aluminium les oxydes des métaux en question, réduction facilitée par la grande chaleur de combustion de ce métal : l'excès d'aluminium se combinant au métal mis en liberté. C'est le principe de l'*aluminothermie*, appliqué en grand par Goldschmit d'abord, puis par M. L. Guillet, en 1901, lequel a pu réaliser les alliages de l'aluminium avec les métaux : cuivre, nickel, fer, manganèse, chrome, titane, tungstène, molybdène, uranium, étain et antimoine.

La préparation des alliages de l'aluminium avec les métaux industriels (cuivre, fer, nickel, tungstène, manganèse) est réalisée couramment, aujourd'hui, au *four électrique*, par la méthode électrothermique, depuis les travaux de MM. Cowles (1883), Héroult (1886) et Moissan (1895), ces alliages recevant des applications métallurgiques intéressantes (fabrication des aciers spéciaux, des bronzes, etc.).

Nous nous sommes proposé, en 1904, de préparer quelques alliages de l'aluminium avec les métaux *facilement fusibles* : plomb, étain, zinc, bismuth, antimoine et magnésium, afin d'étudier ensuite, si possible, leurs propriétés physiques et électriques essentielles, et quelques-unes de leurs propriétés chimiques[1].

I. — Préparation.

Nous avons pu obtenir un certain nombre de ces alliages par mélange direct des deux métaux fondus au creuset de terre réfractaire : dans le bain d'aluminium fondu, on projette le métal à allier, qui fond assez vite, et on agite le mélange obtenu, que l'on recouvre de poussier de charbon afin d'éviter l'oxydation, et que l'on coule en baguettes cylindriques, dans des moules en sable gras d'étuve. Le mélange des métaux n'est difficultueux que dans

[1] Les alliages de l'aluminium avec le zinc et l'étain, et avec le magnésium et l'antimoine, ont été étudiés avant nous au point de vue de la *fusibilité*, et comme il sera indiqué plus loin. Seuls, ceux de plomb ou de bismuth avec l'aluminium ne l'ont pas été avant, à notre connaissance.

le cas du *zinc* : la grande chaleur latente de fusion de ce métal (28,13 calories) produisant, dès qu'il vient de fondre au contact de l'aluminium liquide, une *solidification* de toute la masse, il faut donner un coup de feu, et les deux métaux fondent à nouveau, en se mélangeant aisément, et *dans toutes les proportions*. Il est tout aussi aisé d'obtenir des mélanges de l'aluminium avec l'*étain* (en toutes proportions).

Ceux que fournissent le plomb, l'antimoine, le bismuth et le magnésium sont plus difficiles à obtenir, et donnent lieu aux remarques suivantes :

Les alliages avec le *plomb* ne paraissent possibles qu'à partir de la teneur de 90 °/₀ en aluminium, sans doute à cause de la grande différence de densité entre ces deux métaux ; — et encore faut-il porter le bain d'aluminium vers 800° ou 850°, au moment d'y projeter le plomb, et agiter le mélange (à l'aide d'une baguette de fer) immédiatement avant de le couler, pour éviter la liquation ; nous avons eu ainsi trois alliages, à 92 °/₀, 94 °/₀, et 96 °/₀ d'aluminium ; — d'ailleurs, ce ne sont là que de *simples mélanges*, mal définis ; car, si on les refond, et qu'on les *coule de nouveau*, leur titre diminue légèrement en aluminium : il se produit une liquation.

Avec l'*antimoine*, la série restreinte d'alliages obtenus par nous s'explique par les points de fusion des dits alliages, — points de fusion déterminés par M. H. Gauthier en 1901 : notre creuset ne pouvant dépasser la température de 850°, il nous a été impossible d'obtenir, par mélange direct, d'autres alliages que ceux-ci : $SbAl^{30}$ (à 87,5 °/₀ d'aluminium), $SbAl^{35}$ (à 89 °/₀), $SbAl^{38}$ (à 89,8 °/₀), et $SbAl^{40}$ (à 90,3 °/₀). M. Van Aubel (1895) a obtenu SbAl (à 19,4 °/₀ d'aluminium), fondant à 1.080° ; M. H. Gauthier a obtenu (1901) les alliages : à 48 °/₀ d'Al (fondant à 970°), à 89 °/₀ (fondant à 800°) et à 91 °/₀ (fondant à 734°) : les points de fusion *baissent* avec la *teneur en antimoine* (ce métal fond sensiblement à la même température que l'aluminium).

M. L. Guillet a obtenu, en 1902, les alliages définis : SbAl, $SbAl^2$, $SbAl^4$, $SbAl^{10}$, « lesquels, dit-il, deviennent vite pulvérulents à l'air, et donnent une poussière noirâtre ».

Nos 4 alliages, de titres voisins (entre 87,5 °/₀ et 90,3 °/₀), se *comportent très bien* : après deux ans et demi, ils ont conservé la *même densité*, le même aspect extérieur, et la même *ténacité*. — Nous avons constaté, en coulant l'alliage fondu dans le moule en sable, qu'il est très difficile d'obtenir des baguettes homogènes avec un diamètre inférieur à 6 millimètres : le moulage est impossible avec une section moindre, l'alliage devenant très vite pâteux à la coulée (effet de capillarité, évidemment).

Le *bismuth* (le métal le plus dense après le plomb, parmi les six employés par nous) donne lieu également à certaines difficultés : il est impossible d'obtenir un alliage homogène, et sans liquation, à moins de 70 °/₀ d'aluminium ; il faut agiter convenablement le mélange des deux métaux, avant de couler ; nous avons obtenu quatre alliages à 75 °/₀, 85 °/₀, 88 °/₀, et 94 °/₀ d'aluminium, bien homogènes.

La très faible densité du *magnésium* rend très difficile le mélange de ce métal avec l'aluminium ; de plus, la très grande chaleur spécifique (0 cal. 245) du premier rend sa fusion difficile ; enfin, la facilité avec laquelle brûle le magnésium au contact de l'air, quand il arrive à une température voisine du rouge naissant, oblige, si l'on veut obtenir le mélange des deux métaux fondus, à maintenir le second au milieu de l'aluminium fondu, à l'aide d'une baguette de fer, et à agiter le mélange avant de le couler : sans cette précaution, le magnésium forme, à la surface de l'aluminium, une sorte d'éponge qui s'oppose à la réussite de l'alliage. Nous avons pu couler les alliages obtenus en baguettes de 9 à 10 millimètres de diamètre ; l'état pâteux de l'alliage fondu (de consistance analogue à celle du *verre fondu*) ne permet pas de couler en baguettes plus minces. Il nous a été impossible d'obtenir des mélanges à moins de 65 °/₀ d'aluminium. — M. O. Boudouard a obtenu en 1901[1] 3 alliages bien définis, cristallisés, à 54 °/₀, 70 °/₀ et 81 °/₀ d'aluminium ; mais il chauffait les deux métaux dans un tube vide et scellé, ce qui explique la formation de l'alliage à 54 °/₀ : ce dernier, d'ailleurs, est *instable*, et s'altère au bout de quelque temps d'exposition à l'air.

Nous avons obtenu, quant à nous, 5 alliages, à 60 °/₀, 68 °/₀, 73 °/₀, 77 °/₀ et 85 °/₀.

II. — Couleur ; structure.

Tous les alliages obtenus présentent une couleur rappelant celle de l'aluminium pour ceux à grande teneur en aluminium (alliages du plomb, de l'antimoine et du magnésium).

Les alliages avec le *zinc*[2] sont : gris-bleu (Zn^3Al, Zn^2Al, ZnAl) ; blancs ($ZnAl^2$, $ZnAl^3$, $ZnAl^4$, $ZnAl^6$, $ZnAl^{10}$, $ZnAl^{12}$) ; les trois premiers sont peu sonores ; ils sont tous cassants ; les six premiers sont durs ; les trois derniers, mous, se plient légèrement et cassent ensuite. La pâte de ces alliages est grenue, à grains fins rappelant ceux de la fonte ; quelques lamelles cristallines sont emprisonnées dans la pâte des trois premiers. Tous se liment facilement.

[1] *C. R. Acad. des Sciences*, t. CXXXIII, p. 1003.
[2] *C. R. Ac. des Sc.*, n° 18 ; t. CXXXVIII, mai 1904.

Les alliages avec l'*étain* (Sn^7Al, Sn^3Al, Sn^2Al, $SnAl^3$) *crient* comme l'étain, sont *cassants*, surtout après *plusieurs recuits;* le premier devient même pulvérulent. La pâte de ces alliages est striée, à stries plus fines quand la teneur en aluminium augmente. Ces alliages sont *mous*, et *gras* à la lime.

Les alliages *plomb-aluminium*[1] sont assez cassants, à structure grenue, le grain étant plus fin quand la proportion en aluminium augmente; ils ont la couleur de l'aluminium, avec un peu moins d'éclat.

Les alliages avec l'*antimoine*[2] sont *peu cassants*, très malléables, se plient assez bien; ils se liment difficilement; le recuit les rend cassants. Leur pâte est grenue et présente une couleur blanc-bleuâtre; on y distingue quelques lamelles cristallines fines. Ils ne deviennent jamais pulvérulents, même après plusieurs recuits.

Les alliages *bismuth-aluminium*[3] présentent une couleur blanc-bleuâtre, sont assez cassants (à 88 °/₀ et à 94 °/₀), plient à 120° environ. La pâte est grenue, à grains serrés, avec quelques lamelles cristallines dans les deux premiers alliages. Tous se liment bien et sont assez malléables.

Les alliages avec le *magnésium*[4] ont une couleur blanc d'argent; ils sont très durs et très cassants, prennent un beau poli par la lime; la pâte est grenue, à grains serrés, blanche dans les alliages à 66 °/₀ et à 68 °/₀, bleuâtre dans les trois autres; ils sont peu malléables.

III. — Densités; chaleurs spécifiques; points de fusion.

§ 1. — Densités.

Nous avons déterminé la densité de nos alliages par la méthode de la balance hydrostatique (sensible au centigramme), et avec la double pesée; — en *général*, la densité trouvée est *inférieure* à la densité théorique (cas des alliages avec le zinc : 4 sur 9; avec l'étain : 3 sur 4; avec le plomb, le bismuth et l'antimoine, qui augmentent de volume en se solidifiant); pour les alliages avec le magnésium, au contraire, la densité trouvée est supérieure : il y a une légère *contraction* à la solidification.

§ 2. — Chaleurs spécifiques.

Elles ont été déterminées à l'aide du calorimètre à eau, en laiton argenté et poli, à double enveloppe, isolé à l'ouate. Le thermomètre calorimétrique employé était divisé en 1/50 de degré (pouvant donner le 1/100 de degré, par conséquent).

Les alliages étaient portés à 100° (étuve à air, chauffée extérieurement à la vapeur, dont la température était évaluée au 1/5 de degré); la correction due au refroidissement était rendue négligeable par l'emploi d'un calorimètre à capacité voisine de 500, l'expérience durant une minute au maximum, et la différence des températures au calorimètre étant inférieure à 1°[1].

Dans toutes nos expériences, le thermomètre calorimétrique, une fois arrivé à la température d'équilibre, y demeurait 1/4 d'heure environ, *sans variation;* le laboratoire, bien abrité, fournissait une température sensiblement constante pendant une mesure.

Nous avons pu vérifier dans quelles limites nos alliages suivaient la loi de Regnault et Woestyn : $p_a \times c = c^{te}$, p_a étant le *poids atomique moyen* de chaque alliage. — Sauf pour les alliages bismuth-aluminium, qui donnent un produit *un peu élevé*, ainsi que deux alliages d'antimoine-aluminium, le produit obtenu est très voisin du nombre 6; il est compris entre 5,9 et 6,3. — Il faut noter la *constance* de ce produit pour les alliages du magnésium, sauf le plus riche en aluminium.

§ 3. — Points de fusion.

Nous avons déterminé les points de fusion de nos alliages à l'aide des pyromètres platine-platine iridié (à 10 °/₀ d'iridium), et cuivre-nickel (métaux purs). Ces pyromètres ont été construits spécialement par nous, pour cette détermination. La soudure chaude a été obtenue au chalumeau; les fils, isolés à l'aide de rubans de coton bitumé, étaient disposés sans torsion dans un tuyau de terre de pipe.

Chacun des pyromètres était relié à un galvanomètre Deprez-d'Arsonval (de E. Ducretet), par l'intermédiaire d'une résistance appropriée; le galvanomètre, gradué en microvolts, donnait la température cherchée par une lecture sur une règle transparente, où une division valait 100 microvolts, et à l'aide d'une table construite à cet effet. Le bout du tube en terre de pipe était dans le bain d'alliage; l'observation de l'arrêt de la tache lumineuse sur la règle permettait la lecture de la température de solidification, par l'intermédiaire de la table.

Nous avons opéré avec deux pyromètres, et nous estimons que, dans les conditions où ils fonctionnent tous deux, le *pyromètre nickel-cuivre* donne des résultats plus approchés[2]; aussi les chiffres

[1] *C. R. Ac. des Sc.*, n° 17, t. CXXXVIII, avril 1904.
[2] *C. R. Ac. des Sc.*, n° 25; t. CXXXVIII, juin 1904.
[3] *C. R. Ac. des Sc.*, n° 24; t. CXXXVIII, juin 1904.
[4] *C. R. Ac. des Sc.*, n°s 24 et 25; t. CXXXVIII, juin 1904.

[1] Indications fournies par M. Berthelot, *Journ. de Phys. théorique et appliquée*, 1872, p. 284.
[2] *C. R. Ac. des Sc.*, n° 10; t. CXLIII, septembre 1906; et *Traité de Mesures électriques*, par H. Pécheux, chez J.-B. Baillière, Paris.

adoptés sont-ils ceux que nous a fournis ce pyromètre.

M. H. Gautier, en 1901, a déterminé les points de fusion des alliages de l'aluminium avec le zinc, l'étain, l'antimoine; M. O. Boudouard, en 1901, a déterminé les points de fusion de quelques alliages de magnésium-aluminium. Ceux des alliages du plomb et du bismuth avec l'aluminium l'ont été exclusivement par nous.

Pour les alliages de l'étain et du zinc, le point de fusion est intermédiaire entre ceux des métaux composants. Pour les alliages du plomb, du bismuth, de l'antimoine, le point de fusion est plus élevé que celui du moins fusible des deux métaux, et d'autant plus qu'il y a plus du métal le plus fusible; — pour ceux du magnésium, les points de fusion, sont moins élevés que ceux du magnésium et de l'aluminium.

ALLIAGES	POINTS DE FUSION en degrés
—	—
Zn^3Al	410
Zn^2Al	425
$ZnAl$	480
$ZnAl^2$	530
$ZnAl^3$	560
$ZnAl^4$	580
$ZnAl^6$	590
$ZnAl^{10}$	600
$ZnAl^{12}$	610
Sn^5Al	420
Sn^3Al	480
Sn^2Al	530
$SnAl^3$	570
PbAl (à 92 °/₀ d'Al)	645
PbAl (à 94 °/₀ d'Al)	652
PbAl (à 96 °/₀ d'Al)	635
BiAl (à 75 °/₀ d'Al)	719
BiAl (à 85 °/₀ d'Al)	674
BiAl (à 88 °/₀ d'Al)	664
BiAl (à 94 °/₀ d'Al)	650
$SbAl^{30}$	740
$SbAl^{35}$	725
$SbAl^{50}$	720
$SbAl^{75}$	710
MgAl (à 66 °/₀ d'Al)	420
MgAl (à 68 °/₀ d'Al)	410
MgAl (à 73 °/₀ d'Al)	458
MgAl (à 77 °/₀ d'Al)	480
MgAl (à 8[illegible] d'Al)	565
Aluminium	630

IV. — Résistivités et thermo-électricité.

§ 1. — Résistivités.

La résistivité (résistance spécifique rapportée à 1 centimètre de longueur et 1 centimètre carré de section droite) des baguettes d'alliages a été évaluée au *pont de W. Thomson* (*lord Kelvin*), étant donnée la très faible résistance de ces baguettes (inférieure à 1/1.000 d'ohm). Nous avons mesuré ainsi les résistances de chacune de nos baguettes à deux températures bien repérées, et nous en avons déduit ensuite, par le calcul, la résistivité ρ_0 à 0°, et le coefficient de température a (un seul suffit pour les alliages), tous deux étant exprimés en *microhms-centimètres*; chaque résultat a été évalué à moins de 1/10 près. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau I ci-après, et donnent lieu aux *remarques suivantes :*

1° La résistivité est intermédiaire entre celles des métaux composants, dans les alliages du plomb, du bismuth, de l'antimoine; elle est plus rapprochée de celle de l'aluminium ($\rho_0 = 3$ microhms 2) dans les deux premières séries, et de celle de l'*antimoine*, dans la troisième série; — les résistivités du plomb, du bismuth, de l'antimoine sont très éloignées de celle de l'aluminium;

2° Elle est *supérieure* à celle du *métal le plus résistant* dans les étain-aluminium, zinc-aluminium (sauf le dernier alliage de cette série) et magnésium-aluminium. Il est à noter que les résistivités : du zinc (8 microhms 10), de l'étain (14 microhms), du magnésium (5 microhms) sont plus rapprochées de celle de l'aluminium;

3° Le *coefficient de température* — sauf pour les alliages à résistivité intermédiaire — est d'autant plus faible que la résistivité est *plus élevée* (alliages du magnésium et de l'antimoine), ou qu'elle est *moins élevée*, au contraire (alliages de l'étain). (Conclusions analogues à celles de Mathiessen et Dewar et Flemming sur les alliages);

4° Des recuits successifs augmentent la résistivité des alliages du plomb et de l'étain (ces derniers se modifient profondément, et deviennent cassants); ils ne la modifient pas sensiblement dans les alliages du magnésium, de l'antimoine et du zinc;

5° Le grand écart entre certaines résistivités, dans une même série, est l'indice d'une faible homogénéité pour l'alliage très résistant (cas de : $SbAl^{30}$ et des magnésium-aluminium à 66 °/₀; et à 68 °/₀ d'aluminium);

6° Les *résistivités* des alliages de zinc passent par un minimum, puis par un maximum, un nouveau minimum, un second maximum, et décroissent ensuite d'une façon continue. (Résultats analogues à ceux qui donnent les alliages de l'aluminium avec le cuivre.) Les autres alliages se comportent de façon analogue, mais avec des écarts plus grands (sauf ceux de l'*étain* et du *bismuth*).

§ 2. — Thermo-électricité.

Chaque baguette d'alliage formait, avec un fil de cuivre pur, un couple thermo-électrique, relié à un galvanomètre de W. Thomson gradué en microvolts. La soudure chaude était portée à des températures croissant jusqu'à 380° (huile de lin bouillante). Nous donnons, dans le tableau suivant, et à

titre d'indications, les pouvoirs thermo-électriques $\frac{dE}{dt}$ de ces couples, à 100° ; ils sont extraits du tableau des forces électromotrices qui figure aux *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* (t. CXXXIX, Décembre 1904, n° 26).

L'étude de l'allure des courbes des f. é. m. thermo-électriques relevées donne lieu aux observations suivantes :

1° Ces courbes sont formées de portions de

TABLEAU I. — ***Résistivité et pouvoir thermo-électrique des alliages d'Al.***

ALLIAGES	RÉSISTIVITÉ À 0°		POUVOIR THERMO-ÉLECTRIQUE
	ρ_0 (μΩ)	a	$\frac{dv}{dt}$ (μv) à 100°
Zn^4Al	9.6	0,0007	0.54
Zn^2Al	9.2	0,0005	0.72
$ZnAl$	9.1	0,0007	1.45
$ZnAl^2$	8.7	0.0006	1.97
$ZnAl^3$	11.7	0,0004	1.82
$ZnAl^4$	8.7	0,0002	2.04
$ZnAl^6$	9.7	0.0003	2,32
$ZnAl^{10}$	8.3	0,0003	2.39
$ZnAl^{12}$	5.7	0.0003	2.27
Sn^4Al	38.9	0.0004	2.63
Sn^3Al	30.5	0.0003	2.23
Sn^2Al	31.0	0.0003	2,85
$SnAl^3$	25.1	0,0002	2.84
PbAl à 92 % d'Al.	10.7	0,0001	1.12
PbAl à 94 % d'Al.	14.6	0,0002	1.33
PbAl à 96 % d'Al.	7.9	0.0001	2.30
BiAl à 75 % d'Al.	6.2	0,0006	1.27
BiAl à 85 % d'Al.	7.2	0.0005	1.70
BiAl à 88 % d'Al.	6,1	0,0005	2.00
BiAl à 94 % d'Al.	7,3	0.0005	1.50
$SbAl^{30}$	31.8	0.0002	0,98
$SbAl^{35}$	19.4	0.0005	1.29
$SbAl^{38}$	22.8	0,0004	0.67
$SbAl^{50}$	17.3	0.0007	1.10
MgAl à 66 % d'Al.	64.8	néant	1.70
MgAl à 68 % d'Al.	50.0	néant	0,87
MgAl à 73 % d'Al.	19.2	0,0006	2,61
MgAl à 77 % d'Al.	25.3	0.0004	1.37
MgAl à 85 % d'Al.	14.8	0.0006	1.73

courbes très sensiblement paraboliques qui se raccordent à des températures remarquables, lesquelles correspondent à une transformation moléculaire des alliages ; cette transformation a lieu pour tous les alliages, entre 120° et 180°, à une température qui dépend, *en général*, du point de fusion ; elle est d'autant plus élevée que celui-ci l'est davantage, sauf quelques exceptions ;

2° La présence du *silicium* dans un alliage (silicium apporté par l'aluminium) *relève* la température de transformation moléculaire, sauf dans les alliages de l'antimoine avec l'aluminium (ces deux métaux composants ont très sensiblement le même point de fusion) ;

3° Le *recuit* des alliages relève légèrement les f. é. m. de tous les couples, comme d'ailleurs celle du couple formé par l'aluminium coulé et le cuivre ;

4° Les alliages sont *voisins* dans la série thermo-électrique, quand les métaux composants sont voisins eux-mêmes (cas des alliages du plomb, de l'étain, du bismuth, du magnésium) ;

5° Les alliages des métaux *éloignés* dans la série sont très éloignés de l'un des métaux composants (cas des alliages avec le bismuth et l'antimoine).

Ces deux dernières conclusions sont conformes à celles de Seebeck, Rollmann, et Becquerel, sur les alliages qu'ils ont étudiés.

Le tableau des formules des pouvoirs thermo-électriques des couples formés par ces alliages avec le cuivre, entre la température de la soudure froide (9°,5 ou 17°,5) et la température la plus élevée de la soudure chaude (380°), est exposé au complet dans notre « *Traité de mesures électriques et magnétiques* », chez J.-B. Baillière, à Paris.

V. — PROPRIÉTÉS CHIMIQUES.
PROPRIÉTÉS RÉDUCTRICES DES ALLIAGES.

En général, l'action des alliages sur les réactifs usuels (acides minéraux, hydrates alcalins, eau régale, acide sulfhydrique) est prévue par celle, qui est connue, des métaux composants sur les mêmes réactifs. Notons, comme particularités intéressantes à retenir, les points suivants : la potasse caustique étendue et froide attaque les alliages suivants plus énergiquement que l'aluminium : plomb-aluminium ; étain-aluminium ; zinc-aluminium ; bismuth-aluminium ; les antimoine-aluminium sont, au contraire, plus faiblement attaqués ; par contre, l'acide sulfurique étendu et froid attaque les alliages du bismuth, de l'antimoine, de l'étain, moins énergiquement que l'aluminium ; ceux du zinc, au contraire, sont attaqués plus vivement. L'acide chlorhydrique les attaque tous vivement à froid, surtout ceux du magnésium, qui projettent des parcelles métalliques incandescentes avec l'acide concentré.

L'air sec ou humide n'attaque, à la température de la coulée, que les alliages du magnésium ; l'air humide attaque les alliages d'étain à la température ordinaire ; les autres sont inoxydables à la température ordinaire.

Mais l'action chimique intéressante des alliages est celle qu'ils manifestent en présence de l'eau tenant en solution du chlorure de sodium ou du sulfate de cuivre.

a) Solution de chlorure de sodium. — Une baguette, récemment limée, d'alliage d'étain, ou de bismuth, ou de magnésium, immergée dans l'eau distillée ne renfermant que 1 centigr. 7 de chlorure

de sodium par litre (eau provenant de la distillation d'une eau riche en chlorures et renfermant 12 cgr. environ par litre), donne lieu à un abondant dégagement d'hydrogène; un lingot d'alliage de $SnAl^3$, de 2 centimètres cubes, nous a fourni entre 5 et 6 centimètres cubes d'hydrogène en vingt minutes; un alliage bismuth-aluminium en donne davantage; les alliages Mg-Al sont encore plus actifs.

b) Solution de sulfate de cuivre. — Dans la solution aqueuse du sulfate de cuivre (densité 1,1), la décomposition de l'eau est plus active avec les mêmes alliages, et le sulfate de cuivre est décomposé en même temps; l'alliage Bi-Al à 75 °/₀ d'aluminium fournit 15 centimètres cubes d'hydrogène en vingt minutes, trois fois plus que l'alliage $SnAl^3$ de même volume; la décomposition est beaucoup plus énergique avec les Mg-Al, dont les deux métaux composants sont réducteurs énergiques de l'eau.

Les alliages Zn-Al, Pb-Al, qui ne décomposent pas l'eau pure à trace de chlorure de sodium, décomposent celle qui a dissous le sulfate de cuivre. L'eau de la solution de sulfate de zinc (densité : 1,4) n'est décomposée que plus lentement. L'ordre et l'activité de ces décompositions correspondent bien à l'exothermie des solutions employées : la plus exothermique (SO^4Zn) étant plus difficilement décomposable que SO^4Cu, moins exothermique[1].

Tels sont les résultats purement *qualitatifs* de ces actions réductrices.

Pour nous rendre plus exactement compte de la nature des actions, du rôle joué par chacun des métaux composants pendant les réactions, nous avons opéré comme il suit: Il faut tout d'abord remarquer que l'*aluminium limé* attaque *à peine* les solutions de chlorure de sodium et de sulfate de cuivre, et qu'un *alliage non limé* se comporte de même : l'attaque, très faible au début, s'arrête bientôt.

M. Ditte, professeur à la Sorbonne, a montré que la décomposition d'une solution de sulfate de cuivre par l'aluminium s'arrête à cause du *poli* du métal, et qu'elle reprend par l'*introduction, dans la solution*, de quelques gouttes de chlorure platinique : le platine réduit, insoluble dans l'acide sulfurique, formant sur l'aluminium un dépôt rugueux facilitant le dégagement de l'hydrogène.

Or, un morceau de chacun des alliages que nous avons obtenus avec l'aluminium et le bismuth ou le magnésium, limé sur toute sa surface, donne lieu à une décomposition qui ne s'arrête plus, *même sans l'introduction de chlorure de platine*, et dans une solution de sulfate de cuivre pur.

[1] *C. R. Ac. des Sc.*, n° 23; t. CIX, juin 1905.

Des *pesées* faites avec soin nous ont permis de constater que, dans l'action des bismuth-aluminium sur la solution de sulfate de cuivre, l'aluminium *seul* réduit l'eau dissolvante, — en donnant de l'hydrogène, que nous avons dosé et dont une partie réduit le sulfate de cuivre, et de l'alumine qui se dissout dans l'acide sulfurique rendu libre, — le bismuth de l'alliage réduisant, de son côté, une autre portion de sulfate; de sorte qu'il ne se dégage que la septième partie environ du poids total d'hydrogène réduit; le tube de verre gradué qui recueille cet hydrogène, et au fond duquel s'opèrent les réductions, se recouvre d'un dépôt de cuivre pulvérulent *jaune*, dans le haut du tube (au début de la réaction), puis *rouge vineux*, vers la fin, dans le bas de la colonne gazeuse, ce cuivre ayant été entraîné par l'hydrogène.

Est-ce une *action catalytique* due au cuivre précipité qui facilite la réduction du sulfate par l'excès d'hydrogène, et rend ainsi libre la surface de l'alliage, permettant par suite la continuation de l'attaque? ou est-ce le bismuth rugueux, libre, qui facilite le départ de l'hydrogène?

Avec un morceau de magnésium-aluminium à 85 °/₀ d'aluminium, les *pesées* faites montrent que : le dégagement d'hydrogène de l'eau est dû *uniquement au magnésium*, l'aluminium réduisant tout simplement le sulfate de cuivre : il n'y a pas, en effet, dans ce cas, de dépôt de cuivre sur le tube, ce qui indique bien la non réduction du sulfate de cuivre par l'hydrogène.

Notons qu'un alliage Mg-Al, *non limé*, à surface polie, et recuite se recouvre, en dix heures environ, d'un dépôt très adhérent et très solide de cuivre rouge. Nous avons obtenu ainsi, au bout de dix heures et demie environ, avec l'alliage à 85 °/₀ d'aluminium, une gaîne de cuivre tenace de $0^{mm},09$ d'épaisseur (mesurée au *palmer*), et s'enlevant très bien à l'aide d'une lame de canif.

Enfin, les alliages d'étain-aluminium, en toutes proportions, et limés au préalable, donnent lieu à une décomposition de l'eau et du sulfate de cuivre; mais cette décomposition s'arrête bientôt, la couche d'alumine qui demeure adhérente à la surface des alliages étant *insoluble* dans ce cas[1].

Les autres alliages de l'aluminium ne donnent pas lieu à une décomposition sensible; ils se comportent moins énergiquement encore que les étain-aluminium.

Hector Pécheux,
Professeur d'Electricité et de Chimie
à l'Ecole nationale d'Arts et Métiers d'Aix.

[1] Pour plus de détails, voir *C. R. Ac. des Sc.*, n° 10, t. CXLII, mars 1906.

LA MORTALITÉ TUBERCULEUSE CHEZ LES BLANCS, LES GENS DE COULEUR ET LES NÈGRES AUX ANTILLES

La question des rapports de la tuberculose pulmonaire avec la race a été encore peu étudiée; ayant eu l'occasion de recueillir sur ce sujet des observations statistiques précises dans une région bien délimitée des Antilles, où des sujets de races blanche et nègre et les produits de leur mélange vivent depuis de longues années dans un même milieu, il m'a paru intéressant de résumer brièvement les résultats obtenus.

I

Les Iles Turques et Caïques, dépendances de la colonie anglaise de la Jamaïque, ne sont peuplées que depuis une période d'environ 250 ans. Dans quelques-unes des îles formant le groupe des Caïques, on a retrouvé, il est vrai, à plusieurs reprises, des restes d'habitations caraïbes; mais ces Indiens étaient morts ou avaient émigré dans d'autres îles bien avant que les ancêtres des habitants actuels eussent pris possession du sol.

La population actuelle (qui compte un peu plus de 5.000 âmes) peut être divisée en trois classes : les blancs, les noirs et les gens de couleur[1].

La population blanche descend en grande partie d'émigrants anglais des Bermudes et de loyalistes des États-Unis du sud qui quittèrent leur pays pendant la Guerre de l'Indépendance. Le reste (qui n'est qu'une petite minorité) descend de marins qui naufragèrent sur les côtes ou qui, après avoir visité les îles, décidèrent de venir s'y établir. En somme, les blancs sont de souche anglaise. Ils vinrent pour travailler aux marais salants, qu'exploitent encore aujourd'hui leurs descendants.

Pour l'exécution de ce travail, ils amenèrent avec eux des esclaves noirs, hommes et femmes. La population noire actuelle descend de ces esclaves, ou d'autres qui naufragèrent sur ces îles au cours des voyages des navires négriers de l'Afrique occidentale à Cuba et qui furent réclamés par les propriétaires blancs de marais salants. La population noire est donc d'origine purement africaine.

La population de couleur provient de l'union des blancs et des noirs et peut donc être considérée comme possédant, à des degrés divers, du sang européen et du sang africain. Cette classe présente presque tous les degrés de coloration, et il peut arriver qu'une personne de couleur soit prise pour un Européen qui a résidé pendant plusieurs années sous les tropiques. J'ai été frappé, non seulement dans ces îles, mais dans d'autres parties du monde, du trait particulier suivant que présentent les rejetons de parents colorés : les mâles sont invariablement plus foncés que les femelles; dans quelques cas, la différence de coloration est si prononcée qu'on est étonné de se trouver en présence de descendants des mêmes parents. Je souligne ce fait, car l'on verra, par l'examen du tableau qui suit, que la mortalité par tuberculose chez les femmes de couleur est double de celle des hommes de couleur. On verra également que, tandis que cette classe de la population augmente constamment, les blancs et les noirs sont en décroissance.

II

Quels sont les us et coutumes de la population qui nous intéresse? Tous les habitants, blancs, gens de couleur et noirs, sont, en général, calmes, sobres et satisfaits. A l'exception de la classe marchande, la population paraît n'avoir aucun souci, ni rien qui puisse l'agiter. Elle vit surtout d'aliments farineux, mangeant rarement de la viande fraîche, à laquelle elle préfère la viande salée. L'instruction est obligatoire jusqu'à treize ans, et la plupart des gens savent lire et écrire.

Les gens de couleur, en général, sont plus intelligents, vivent dans de meilleures habitations et sont plus prospères que les noirs. Il est donc d'autant plus étrange qu'ils soient les principales victimes de la tuberculose.

Les noirs habitent de petites cases en bois et vivent dans une sainte terreur de ce qu'ils appellent « l'air de la nuit ». En conséquence, aussitôt que la nuit commence à tomber, ils dépensent beaucoup de travail et d'ingéniosité pour calfeutrer leurs huttes et exclure toute trace possible d'air frais. Si les noirs pouvaient être amenés à comprendre la folie de cette coutume, je pense que leur mortalité par la phtisie diminuerait rapidement; mais, jusqu'à présent, à l'exception de quelques individus intelligents, la doctrine de l'air frais après le coucher du soleil est un cauchemar pour eux. Quand un cas de phtisie se produit dans une telle hutte, il est difficile de concevoir comment les autres occupants peuvent échapper à la maladie. Leurs cases,

[1] Dans les deux Amériques, ce terme sert communément à désigner les divers métis nés de la fusion des deux races blanche et nègre.

d'ailleurs, quoique fort séparées les unes des autres, sont surpeuplées la nuit : un homme, sa femme, six ou sept enfants, et quelquefois trois ou quatre autres parents dormiront dans une petite hutte à peine assez large pour loger une vache.

Les blancs, en général, sont bien logés et paraissent heureux. Quelques-uns ont le bénéfice d'une bonne instruction, mais la majorité ont seulement reçu l'instruction que les îles peuvent fournir. Leur nourriture diffère peu de celle du reste de la communauté : ils mangent peu de viande fraîche et subsistent principalement d'aliments farineux. A l'exception de quelques fonctionnaires du Gouvernement, ils sont tous engagés, directement ou indirectement, dans l'extraction du sel.

TABLEAU I. — *Mortalité tuberculeuse moyenne des diverses races aux Iles Turques et Caïques pendant la période 1891-1905.*

LOCALITÉS	COULEUR	POPULATION ANNUELLE MOYENNE		MORTALITÉ TUBERCULEUSE		AGE MOYEN DES DÉCÉDÉS		MORTALITÉ	
		1891-1901	1901-1905	1891-1901	1901-1905	1891-1901	1901-1905	1891-1901	1901-1905
Cokburn Harbour.	Blancs. . .	55	62,5	H. 1 / F. 0 — 1	H. 0 / F. 0 — 0	H. 29 / F. 0 — 29	H. 0 / F. 0 — 0	18	0
	De couleur.	203	276	H. 3 / F. 6 — 9	H. 2 / F. 5 — 7	H. 23.3 / F. 29,3 — 26.7	H. 22 / F. 15.1 — 17.2	43.8	25.3
	Noirs . . .	384	400	H. 6 / F. 7 — 13	H. 1 / F. 3 — 4	H. 30 / F. 22.3 — 25,7	H. 30 / F. 23.6 — 26.7	33,9	10
	Total . . .	644	738.5	23	11				
Salt Cay.	Blancs. . .	18	15	H. 0 / F. 1 — 1	H. 0 / F. 0 — 0	H. 0 / F. 69 — 69	H. 0 / F. 0 — 0	55.5	0
	De couleur.	190	229	H. 2 / F. 2 — 4	H. 1 / F. 2 — 3	H. 38 / F. 48.5 — 43.2	H. 17 / F. 35.5 — 29.3	21,05	13.5
	Noirs . . .	260	201	H. 0 / F. 4 — 4	H. 1 / F. 1 — 2	H. 0 / F. 24.7 — 24.7	H. 34 / F. 22 — 28	15.03	9.9
	Total . . .	468	445	9	5				

III

Comment la tuberculose a-t-elle été introduite dans ces îles? C'est — indubitablement pour moi — par l'homme blanc. Mon expérience dans l'Afrique occidentale — d'où j'ai montré que tous les noirs étaient originaires — est que la maladie n'y existe pas, excepté à l'état de cas importés. Il est donc très improbable que la tuberculose ait été introduite aux Antilles par les esclaves. Ce sont cependant eux qui en souffrent le plus aujourd'hui : il faut croire qu'ils l'ont contractée du blanc et, par suite de leur ignorance des modes ordinaires de contamination, transmise à d'autres noirs. En fait, s'il était possible à nos lecteurs de voir la manière dont le nègre fournit au bacille de la tuberculose toute opportunité de se reproduire et de prospérer, ils s'étonneraient que les cas de tuberculose ne soient pas plus nombreux.

En ce qui concerne la population de couleur, je pense que le terrain hérité de l'ancêtre blanc est, dans la plupart des cas, une cause propice à la croissance du bacille. Dans cette classe, hommes et femmes sont minces et de petite taille, et paraissent particulièrement exposés aux maladies de toute nature. On sait que les mariages entre consanguins produisent ces caractéristiques, mais ce ne peut être le cas entre blancs et noirs. J'ai noté le même fait chez des Asiatiques et en Afrique, où, comme aux Antilles, les mulâtres sont plus sujets à la maladie que les parents blancs ou noirs dont ils sont issus.

Dans les îles Turques et Caïques, il y a trois bureaux pour l'enregistrement des décès : Grand Turk, Cockburn Harbour et Salt Cay. J'ai examiné les registres de chacun de ces bureaux ; mais, pour ne pas infliger trop de statistiques à mes lecteurs, j'ai reproduit seulement, dans le tableau ci-dessus, les données relatives à Cockburn Harbour et Salt Cay pour les quinze dernières années ; celles de Grand Turk conduisent aux mêmes conclusions.

Si cela était possible, il serait intéressant de posséder les registres des décès des premiers occupants, qui permettraient probablement de retrouver l'importation de la maladie. Nous savons qu'il y a deux siècles, la phtisie était un fléau en Angleterre, et il est probable que plusieurs personnes atteintes vinrent (par la voie des Bermudes ou des États-Unis

du sud) aux îles qui nous occupent et furent le point de départ de la maladie.

Il n'est guère pratiqué aujourd'hui de mesures sanitaires, et alors il n'y en avait aucune. La population actuelle (comme, sans doute, celle d'il y a deux siècles) se repose entièrement sur les avantages naturels des îles, dont aucun n'a cependant été suffisant pour enrayer les progrès de la maladie. Avec très peu d'efforts bien dirigés et une faible dépense, je suis toutefois convaincu que la maladie pourrait être entièrement bannie des îles[1].

IV

Un vieux dicton soutient que « la statistique peut servir à prouver tout ce qu'on veut ». En ce qui concerne la mortalité tuberculeuse des blancs, cela pourrait être vrai, car les deux décès enregistrés l'un à Cokburn Harbour et l'autre à Salt Cay en 1894 sont les seuls qui aient été notés pendant toute la période considérée, de sorte que la mortalité des blancs ne saurait être déduite sérieusement de ces statistiques.

Par contre, celles qui concernent les membres de couleur et noirs de la communauté portant sur un nombre suffisamment grand de personnes, on peut tirer de l'examen du tableau les conclusions suivantes :

1° Les gens de couleur succombent à la tuberculose dans une plus forte proportion que les noirs; en outre, les femmes de couleur sont plus sujettes à la maladie que les hommes dans la proportion de quinze à huit;

2° Les hommes de couleur meurent à un âge moins avancé que les femmes;

3° Les femmes noires meurent pratiquement dans la même proportion par rapport aux hommes que dans la classe de couleur, mais les femmes meurent à un âge beaucoup moins avancé que les hommes, ce qui est l'inverse de la classe colorée;

4° Les gens de couleur, comme classe, meurent à un âge plus avancé que les noirs.

Telles sont les principales déductions qu'on peut tirer de l'étude du petit groupement que j'ai observé; mais elles me paraissent devoir posséder une portée plus générale.

Dr G. S. Hirst,

Médecin du Gouvernement à Salt Cay (Iles Turques).

[1] Voir à ce sujet mon article : The Turks and Caicos Islands as a health resort, dans *Lancet*, 14 avril 1906. Le climat de ces îles est tout particulièrement favorable. La température est extrêmement régulière : à Salt Cay, elle s'est maintenue entre 24°,4 et 30°C. pendant l'année 1905; la chaleur n'est pas oppressive, car elle est tempérée par la brise de mer, qui souffle constamment. On ne peut mieux comparer le séjour dans ces îles qu'à la vie sur le pont d'un navire. Le soleil brille presque sans interruption; il est rare de voir le ciel complètement couvert pendant un jour. La maladie la plus répandue est le rhumatisme, qui cède, d'ailleurs, rapidement à l'administration du salicylate de soude; les affections tropicales y sont inconnues.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Abeille (Léonce), *Capitaine de frégate, Sous-Directeur de l'Ecole supérieure de Marine.* — **Marine française et Marines étrangères.** POLITIQUE NAVALE DES GRANDES PUISSANCES. LES ORGANISATIONS MARITIMES ET LES FLOTTES ACTUELLES. ÉCONOMIES ET RÉFORMES. — 1 *vol. in*-18 *de* 360 *pages* (*Prix* : 3 *fr.* 50). *Librairie Armand Colin,* 5, *rue de Mézières. Paris.* 1906.

Après avoir été négligées d'une façon incroyable dans notre pays, qui, pourtant, possède un littoral étendu, des intérêts maritimes et coloniaux considérables, les questions navales ont, au cours de ces dernières années, inspiré de nombreux écrits émanant de professionnels, d'hommes politiques ou de publicistes.

Il convient, très certainement, de se réjouir de cette orientation nouvelle des esprits, mais tant d'efforts méritoires n'ont pas encore donné à la France une doctrine maritime nationale, et il n'y a pas lieu de s'en étonner, car les œuvres des ingénieurs ou des marins sont, presque toutes, d'une technicité qui rebute le grand public et, d'autre part, elles ne comportent que des études, fragmentaires en quelque sorte, d'un problème dont les grandes lignes échappent aux non-initiés. Quant aux autres publications, elles sont, il est vrai, d'une lecture moins ardue et abordent volontiers les questions générales ; mais le talent des auteurs ne réussit pas toujours, malgré les plus consciencieux efforts, à dissimuler une certaine inexpérience des difficultés de la matière.

Le livre du Commandant Abeille présente cette particularité remarquable d'avoir été écrit à l'intention du grand public, en laissant de côté tous les détails purement techniques, par un officier fort instruit qui est en même temps un penseur.

Son travail est à la fois très solidement documenté et dégagé de tout ce qui risquerait d'en faire perdre de vue le plan général ; il ne sacrifie, cependant, aucune des parties essentielles d'un sujet qui demande à être traité intégralement, puisque, « sous des formes extrêmement variées, le problème maritime est un et n'est soluble que par des vues d'ensemble » (p. 18). Nous devons donc être renseignés sur le recrutement et l'entraînement du personnel, les méthodes de conception et d'exécution du matériel, la valeur actuelle et les améliorations possibles de notre flotte de guerre, la mobilisation, le droit international maritime, etc. Chacune de ces questions fait l'objet d'un chapitre dans *Marine française et Marines étrangères.*

L'auteur connaît, par une expérience professionnelle de vingt-cinq années, l'organisation et le fonctionnement de notre marine, et il a eu à sa disposition les renseignements les plus précis sur l'organisation et le fonctionnement des marines étrangères ; il a fait alors des rapprochements et des comparaisons et nous en donne les résultats.

Mais ces résultats n'auraient qu'une valeur très relative si l'on omettait de tenir compte de certaines influences qui, pour être extérieures à la marine, n'en ont pas moins sur elle une action importante. Le Commandant Abeille ne les a pas négligées : « Faire ressortir l'existence de rapports permanents et intimes entre l'état politique, social, économique, industriel d'un pays et son organisation maritime ; expliquer pourquoi leur négation vouerait la marine à l'impuissance... voilà, dit-il, l'objet essentiel des études comparatives sur les marines de guerre... » (p. 38).

Les conclusions auxquelles il arrive sont singulièrement instructives et fort peu satisfaisantes, ainsi qu'on peut en juger par les extraits suivants : « Pourquoi, *d'une manière tout à fait générale*, les solutions compliquées sont-elles à la fois en faveur chez nous et condamnées à l'étranger ? » (p. 109).

« La marine française est uniquement guidée par le fétichisme des conceptions administratives » (p. 140).

« Le maintien de ces procédés préhistoriques occasionne un véritable gaspillage d'hommes et d'argent » (p. 288).

« Ces faits contredisent absolument les principes sur lesquels repose notre organisation. Plaignons nos principes et débarrassons-nous en » (p. 135).

Le Commandant Abeille, on le voit du reste, dit fort crûment les choses et met en pratique, comme écrivain, les principes qui s'imposent sur les champs de bataille et qu'il rappelle en ces termes : « Cogner de bon cœur, en utilisant toutes les armes dont on dispose, dans des engagements poussés à fond, telles ont été toujours les conditions mêmes du succès » (p. 348).

Et, comme il désire ardemment pour ses idées le succès qui leur permettra de faire œuvre utile, il presse son lecteur par une argumentation vigoureuse et se refuse à lui présenter des vérités atténuées :

« Je ne saurais, dit-il, me défendre de parler avec passion des erreurs et des abus auxquels nous devons de ne pas posséder encore l'admirable marine que nous aurions déjà pu constituer *sans alourdir les charges du pays* » (p. 360).

Cette dernière phrase est à retenir : Voici donc un officier de marine, un spécialiste averti, qui déclare que la marine dispose de crédits suffisants, mais qu'elle n'a pas su, jusqu'ici, en tirer tout le parti possible. Qu'on ne s'imagine pas, cependant, que le Commandant Abeille aille chercher des économies dans la substitution des petits navires aux grands bâtiments de haute mer ; il s'élève avec énergie contre cette utopie si dangereuse, et, pourtant, il ne réclame aucune augmentation du budget naval ! Contrairement à l'habitude des réformateurs, il s'interdit les conceptions grandioses, mais irréalisables, et s'attache exclusivement à proposer une utilisation meilleure des ressources que nous possédons déjà et des dépenses, forcément limitées, consenties par le pays. Il n'y a pas d'illusions à se faire. Ces dépenses sont et seront, longtemps encore, inévitables.

La paix, que certains s'imaginent aimer d'un amour plus ardent en offrant leur patrie désarmée à toutes les convoitises, sera, au contraire, rendue plus probable par le développement des forces militaires d'une grande nation pacifique comme la nôtre.

« La France, dit le Commandant Abeille, s'honore grandement en voulant être le champion de cette paix humaine, qui n'exclut pas plus entre peuples qu'entre particuliers l'idée féconde et naturelle de lutter pour vivre mieux. Mais pense-t-on que, si son impuissance ou même son affaiblissement lui interdisaient de parler haut et ferme, elle pourrait propager son idéal plus aisément ? Vivre est à la fois un besoin et la condition essentielle du succès de notre propagande. Et, pour vivre librement, il faut pouvoir combattre au besoin » (p. 74).

Au lendemain des retentissantes et décisives catastrophes dont les mers d'Extrême-Orient ont été le théâtre, les cruelles vérités, mises en lumière sans parti-pris, mais sans ménagements, dans *Marine française et Marines étrangères* ne peuvent manquer de s'imposer aux méditations de ceux à qui il incombe d'assurer l'intégrité et la grandeur de la patrie. Mais,

pour que ces vérités portent des fruits, il faut que la tâche des dirigeants soit rendue possible par l'appui, et au besoin par le stimulant de l'opinion publique; il faut donc qu'elles soient propagées par tous ceux qui s'intéressent à la vie nationale, sans exception.

A ce propos, le Commandant Abeille revendique pour les officiers le droit de rompre le silence que la tradition leur a imposé jusqu'ici; il considère même que c'est un de leurs devoirs professionnels de publier les opinions qu'ils jugent bonnes à répandre et d'aider ainsi à l'éducation maritime de leurs compatriotes. Dans le même ordre d'idées, il demande que le Ministère de la Marine fournisse lui-même, régulièrement, des renseignements à la presse, afin de documenter l'opinion publique et de ne pas la livrer aux hasards des informations insuffisantes ou fantaisistes.

Il semble que la Ligue Maritime Française est tout indiquée pour cette noble tâche d'apprendre aux Français à regarder vers la mer; les résultats qu'elle a déjà obtenus avec des moyens insuffisants montrent ce qu'on pourrait attendre d'elle si les bonnes volontés lui venaient en plus grand nombre.

La Ligue Maritime Allemande a *cent fois* plus d'adhérents que la Ligue Maritime Française.

Nous avons la conviction que les courageux efforts du Commandant Abeille ne seront pas stériles et que l'évolution dont il démontre la nécessité se produira avant longtemps; mais si, par malheur, nous devions nous tromper, oh! alors, nous préférerions que son livre n'eût pas été écrit, car le danger qu'il signale est pressant et, s'il nous laissait indifférents, ce serait à désespérer de notre aptitude au progrès, de notre bon sens ou de notre énergie!

Le diagnostic porté sur l'état de nos institutions maritimes par une personnalité aussi indiscutablement compétente ne passera pas inaperçu de nos rivaux. Ils observeront les mesures prises pour améliorer ces institutions et, au cas où nous serions assez imprudents pour ne rien faire, cette constatation ne pourra manquer d'accroître leur confiance en eux-mêmes d'une façon inquiétante pour nous. Si, au contraire, nous nous mettons à l'œuvre, délibérément et sans retard, et que les réformes nécessaires soient menées à bien, notre prestige en sera augmenté dans des proportions considérables.

Mais, dira-t-on, les opinions du Commandant Abeille ne sont-elles pas très discutables et empreintes de quelque pessimisme? Il serait trop pénible de penser que la marine française est dans la situation d'infériorité où il la représente!

Cette objection aurait une grande force si nous nous trouvions en présence de simples affirmations, mais voici de quelle façon la question est posée à la page 325 : « Nous ne nous départirons pas de la règle que nous nous sommes imposée : mettre à la disposition de tous une documentation fournissant à chacun le moyen de se prononcer, en connaissance de cause, sur tous nos dires... », et ailleurs : « L'esprit critique ne peut avoir d'autre résultat : allant au fond des choses et se rendant compte de leur difficulté, il développe le respect des actes et de la pensée d'autrui, tandis qu'il rend plus sévère pour soi-même » (p. 15).

Ce ne sont pas là les allures d'un autoritaire ou d'un démolisseur! Il y a lieu, au contraire, de noter que le Commandant Abeille s'est imposé l'emploi d'une méthode scientifique de travail : ses opinions n'en auront que plus de poids auprès des lecteurs de la *Revue*, et ils se rangeront certainement parmi ces « hommes de bonne volonté », dont l'auteur sollicite le concours en maints passages de son livre, ceux-ci, par exemple :

« On se convaincra que la collaboration des non-professionnels et des professionnels militaires est un devoir impérieux et permanent » (p. 16).

« Le concours obstiné d'un sentiment public, conscient de nos besoins maritimes, est la condition essentielle de notre sécurité... » (p. 32).

« La force des choses impose ainsi une notion simple, dont la méconnaissance a toujours été la véritable cause de notre impuissance navale : la marine française sera en liaison avec la nation ou elle n'existera pas... » (p. 352).

Tout ceci a été compris de l'autre côté du Rhin, où la Ligue Maritime, patronnée, d'une façon effective, par l'empereur et les princes allemands, compte ses adhérents par centaines de mille et n'a pas été étrangère aux magnifiques résultats obtenus par le Gouvernement impérial.

Ces résultats, les voici, et il serait bon de les avoir toujours présents à l'esprit :

« *En 1895, l'Allemagne avait presque tout son matériel naval à créer : la fermeté de ses décisions lui vaudra, pourtant, de posséder un nombre de cuirassés égal au nôtre en 1907, et sensiblement supérieur en 1917.* »

Il est vrai qu'il s'agit là d'un pays qui, après Iéna, sut tirer des enseignements de sa défaite, alors que Trafalgar ne nous a rien appris. Il n'est jamais trop tard pour bien faire. Mettons-nous à l'œuvre!

GASTON DE CAQUERAY,
Lieutenant de Vaisseau hors cadre.

2° Sciences physiques

Thomson (J.-J.), *Professeur de Physique expérimentale à l'Université de Cambridge.* — **Conduction of Electricity through Gases.** 2e *édition.* — 1 *vol. in*-8° *de* 678 *pages avec* 205 *fig.* (*Prix cartonné* : 20 *fr.*). *Cambridge University Press*, 1906.

L'ouvrage de l'éminent physicien de Cambridge, dont M. Guillaume analysa naguère ici la première édition[1], a été si rapidement épuisé que l'auteur s'est vu bientôt dans la nécessité d'en publier une seconde édition. En deux ans, la question des phénomènes électriques dans les gaz s'est, d'ailleurs, enrichie d'une foule de contributions nouvelles, qui ont amené M. J.-J. Thomson à récrire une bonne partie de son livre et à y ajouter plusieurs paragraphes nouveaux, qui en ont augmenté l'étendue de plus d'une centaine de pages. Ainsi rajeunie et mise au point, cette œuvre rencontrera, nous n'en doutons point, le même accueil empressé que sa devancière.

Korda (Désiré), *Ingénieur.* — **La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais.** — 1 *vol. in*-8° *de* 219 *pages et* 54 *figures.* (*Prix* : 6 *fr.*) — *Edité par l'*Eclairage Electrique. *Paris*, 1906.

On sait que les minerais extraits du sol ne peuvent que très rarement être employés à l'état cru et doivent être soumis à un enrichissement préalable avant d'être traités au point de vue métallurgique. Pour enlever la plus grande partie des gangues, on met à profit les différences qui existent entre les propriétés physiques les plus immédiates des corps constituants. C'est ainsi que le triage à la main est basé sur la couleur et les lois de la réflexion, la préparation hydromécanique sur celles de la pesanteur et de la poussée dans les liquides. Mais il arrive souvent que les propriétés dont nous venons de parler ne se différencient pas assez pour permettre une séparation, même grossière, des composés en présence, et cela d'autant plus que ces derniers sont des oxydes de métaux de la même famille, difficulté qui se présente pour les minerais mixtes, mélange de deux ou plusieurs minerais hétérogènes enchevêtrés. Tels les tailings de Broken Hill, dont on produit, chaque année, des quantités énormes en Australie, et qui contiennent environ 22 °/₀ de plomb et 26 °/₀ de zinc. Telles encore les blendes pyriteuses du Laurium, dont la gangue est très complexe et mêlée de fer et de chalcopyrite.

Là interviennent, avec succès, les méthodes de triage reposant sur les propriétés magnétiques et élec-

[1] *Revue gén. des Sciences* du 28 février 1906, t. XVII, p. 198.

triques, dans lesquelles on utilise les différences, soit dans la perméabilité magnétique, soit dans la conductibilité électrique. Ces méthodes sont toutes récentes, et la dernière ne date même que de quelques années. Aussi on comprend l'intérêt d'un ouvrage comme celui de M. Désiré Korda, qui traite spécialement toutes les questions s'y rapportant, d'autant plus que jusqu'ici, en dehors de quelques articles parus dans les périodiques, le sujet n'a guère été abordé dans son ensemble. Probablement pour appeler l'attention sur elles, l'auteur fait passer en première ligne les trieuses électrostatiques; ces appareils sont les derniers venus et seulement appliqués en Amérique. Ils sont nés de la nécessité de trier les minerais d'une indifférence magnétique complète. L'échelle de conductibilité indiquée par M. Blake permet de classer les différents corps à ce point de vue et de guider dans la recherche des minerais mixtes sur lesquels un traitement de ce genre pourra être essayé avec chance de succès. Vient ensuite, avec force détails, l'étude des appareils où le magnétisme est employé pour séparer les corps en diverses catégories, suivant leur degré de perméabilité. M. Korda décrit longuement les types de trieuses employées, qui sont déjà légion : Mechernich, Johnson, Wetherill, Rowand, Knowles, King, etc., fonctionnant par extraction ou par déviation, à sec ou en présence de l'eau. La théorie de ces séparateurs repose naturellement sur toutes les notions de magnétisme qu'on trouve dans les traités spéciaux, mais qui sont reproduites ici pour la commodité du lecteur; elle est précédée d'un tableau des perméabilités des différents corps et d'indications sur le grillage des minerais, opération préalable nécessaire dans certains cas pour en augmenter la susceptibilité magnétique.

Comme application de la théorie, on trouve la description de nombreuses installations de triage, notamment aux principales mines de Suède et Norvège, à celles de Broken Hill en Australie et du Laurium en Grèce. Les résultats obtenus avec tous les types d'appareils employés sont soigneusement détaillés dans une série de tableaux pour permettre d'apprécier le rendement des divers procédés. Enfin, l'ouvrage se termine par l'exposé des travaux préparatoires aux opérations de triage magnétique ou électrique, travaux qui consistent dans le triage à la main, le concassage, la concentration hydromécanique, le broyage, la classification, le traitement du fin, etc.

On peut voir, par ce qui précède, quel intérêt pratique présente le livre de M. Korda pour les ingénieurs de mines métalliques. C'est un guide d'autant plus sûr qu'il relève d'une expérience personnelle longuement mûrie.

EMILE DEMENGE,
Ingénieur Civil.

3° Sciences naturelles

Lorin (Henri), *Professeur de Géographie coloniale à l'Université de Bordeaux.* — **La France, Puissance coloniale.** ETUDE D'HISTOIRE ET DE GÉOGRAPHIE POLITIQUES. — 1 *vol. in*-8°, de 500 pages. (*Prix : 6 francs.*) *Augustin Challamel, éditeur, Paris, 1906.*

En 1886, Alfred Rambaud, secondé par un groupe de collaborateurs distingués, publiait *La France coloniale.* Mais, depuis vingt ans, les territoires que la France possède outre-mer se sont considérablement accrus, ont été explorés en détail, ont reçu une organisation administrative nouvelle, et enfin commencent à être exploités. Tant de changements justifiaient amplement la publication d'un livre nouveau. M. Henri Lorin a entrepris de l'écrire, et il faut le féliciter d'avoir réussi dans une tâche devant l'étendue de laquelle plus d'un érudit aurait reculé.

L'ouvrage est divisé en « livres », dont chacun traite d'une région géographique : Méditerranée occidentale, Afrique occidentale et centrale, Océan Indien, Extrême-Orient, Amérique et Océan Pacifique. Dans chacun de ces « livres », l'auteur a adopté une méthode uniforme d'exposition : Il donne une esquisse géographique du pays, en énumère les productions, traite des indigènes qui l'habitent, et montre enfin comment il est administré et outillé.

Ce plan schématique est d'ailleurs modifié selon les circonstances. Le « livre » relatif à l'Algérie et à la Tunisie comporte un chapitre relatif aux colons européens, alors qu'il ne saurait en être de même dans le « livre » relatif à l'Afrique occidentale.

L'auteur a une tendance heureuse à rattacher le présent au passé; mais il y sacrifie parfois un peu complaisamment, et l'on éprouve quelque surprise à voir, dans un ouvrage sur la France puissance coloniale, apparaître Salomon et la reine de Saba, Alexandre le Grand et Marco Polo (p. 224-227).

La partie de l'ouvrage qui nous a paru la plus neuve est la dernière : « Les aptitudes et les institutions coloniales de la France contemporaine. » C'est la première fois, croyons-nous, qu'on présente ainsi tout un ensemble de renseignements sur l'Administration coloniale, l'Ecole coloniale, le Jardin colonial, l'Office colonial et les relations de la métropole avec ses colonies.

Les faits exposés par M. Lorin étaient dispersés dans une quantité de livres spéciaux, de brochures et de fascicules de périodiques. Il les a condensés en une synthèse, qui sera fort utile; mais pourquoi n'avoir pas couronné d'un index alphabétique des matières un ouvrage destiné à être lu sans doute, mais consulté davantage encore ?

HENRI DEHÉRAIN,
Docteur ès lettres,
Sous-bibliothécaire de l'Institut.

Bechmann (G.), *Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées.* — **Hydraulique agricole et urbaine.** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 642 *pages de l'Encyclopédie des Travaux publics.* (*Prix* : 20 fr.). *Ch. Béranger, éditeur, Paris,* 1906.

M. Bechmann, dans un langage clair et précis, passe en revue dans son livre toutes les notions qu'un ingénieur des Ponts et Chaussées doit connaître sur l'Hydrologie, l'Hydraulique agricole et urbaine. Ce sont des sujets fort vastes, pouvant faire l'objet de plusieurs volumes; l'auteur, avec l'habileté qui lui est coutumière, les a réunis en un volume de près de 700 pages. A sa lecture, on reconnaît le professeur qui cherche à intéresser son élève, à lui donner des idées générales sur toutes les parties du cours sans l'embarrasser dans des détails, en eux-mêmes intéressants, mais qui s'acquièrent à la longue par la pratique.

Ce livre est à la portée de tous les lecteurs; il est exempt de notions difficiles à comprendre et de mathématiques. Il est au courant des dernières nouveautés de la Science parues sur ce sujet tant en France qu'à l'Etranger. Le nom de M. Bechmann et les hautes fonctions qu'il a occupées à la Ville de Paris, à la tête de l'important Service des eaux et de l'assainissement, sont un sûr garant de la compétence de l'auteur.

L'agriculteur n'y trouvera peut-être pas des détails suffisants pour le guider dans ses drainages ou ses irrigations, mais l'ingénieur, le conducteur des Ponts et Chaussées, voire même les municipalités, trouveront dans ce livre des notions très utiles pour les guider dans le choix des procédés à employer en Hydraulique agricole et urbaine. A ce titre, sa publication se faisait depuis longtemps désirer.

F. DIÉNERT,
Ingénieur agronome,
Chef du Service de surveillance
des Sources de la Ville de Paris.

Maclaud (Dr Ch.), *Administrateur des Colonies, chargé de mission.* — **Notes sur les Mammifères et les Oiseaux de l'Afrique occidentale (Casamance, Fouta-Dialon, Guinées française et portugaise).** 1 *vol. petit in*-8° *de XIV*-352 *pages,* 16 *fig. hors texte et* 1 *carte. Challamel, éditeur. Paris,* 1906. — Du même : **Etude sur la distribution géographique des races sur la côte occidentale d'Afrique, de la**

Gambie à la Mellacorée. 1 *broch. in-8° de 40 pages avec 1 carte hors texte. Paris, Imprimerie Nationale,* 1906. (Extrait du *Bulletin de Géographie historique et descriptive,* n° 1, 1906.)

M. le Dr Maclaud n'a pas passé moins de douze années dans l'Afrique occidentale, en qualité soit de médecin, soit d'administrateur colonial; chargé de mission des Ministères de l'Instruction publique et des Colonies, il a, au cours de cette longue période, réuni des documents scientifiques de tout ordre, qu'il a commencé à mettre en œuvre en publiant les deux ouvrages ci-dessus. Nous avons déjà dit ici[1] combien ont été fructueuses pour l'Histoire naturelle les diverses campagnes qu'il a faites pour la délimitation de la frontière entre la Guinée française, la Casamance et la Guinée portugaise; il a donc su, en toute occasion, tirer profit pour la science de ses courses à travers la brousse de l'Ouest africain.

Sous un titre modeste, il a présenté un tableau que l'on peut regarder comme à peu près complet des mammifères et des oiseaux de l'Afrique occidentale. Mais le Dr Maclaud n'a prétendu faire ni un traité didactique sur cette partie de la faune africaine, ni un inventaire définitif et *ne varietur* des richesses zoologiques de notre colonie. Son but a été seulement de dresser la liste des espèces dont il a eu l'occasion de constater l'existence au cours de ses périgrinations ou dont il a rapporté des dépouilles au Muséum, et de noter toutes les observations qu'il a personnellement faites. Il en résulte que l'une des qualités de ce livre est l'exactitude.

Comme l'a dit M. Edmond Perrier, directeur du Muséum, dans la préface, ce livre est un exemple; il serait à désirer que d'autres livres semblables fussent écrits par ceux qui ont observé les animaux ou les plantes de nos colonies. On aurait ainsi les éléments les plus sûrs pour entreprendre des travaux didactiques et, en même temps, les nouveau-venus aux colonies, sachant de suite ce qui est connu, pourraient, sans perte de temps, diriger immédiatement leurs efforts en vue de découvertes nouvelles.

Mais, si l'auteur a voulu écrire pour les coloniaux un livre clair, lisible pour tous, en évitant autant que possible les descriptions techniques, il a avec beaucoup de raison adopté la terminologie scientifique pour désigner les divers types, l'emploi exclusif de noms vulgaires étant la source d'incessantes et d'inextricables confusions. Les échantillons rapportés par le Dr Maclaud ont, d'ailleurs, été étudiés et déterminés par des savants d'une compétence indiscutable, tels que les regrettés Professeurs Milne-Edwards, Oustalet et de Pousargues, par MM. Ménegaux, assistant d'Ornithologie au Muséum de Paris, Hellmayr, du Muséum de Vienne, etc. L'ouvrage mentionne et décrit 78 espèces de mammifères et 256 espèces d'oiseaux. A signaler une curieuse espèce nouvelle de Cheiroptère, *le Rhinolophus Maclaudi*, qui a été décrite par de Pousargues, et, parmi les oiseaux, une espèce nouvelle appartenant à la famille des Certhiidés, le *Salpornis Maclaudi*, décrite par Oustalet.

Dans son étude sur la distribution géographique des races sur la côte occidentale d'Afrique, le Dr Maclaud a essayé d'apporter quelque clarté dans la détermination, le classement et la distribution des races humaines si nombreuses qui vivent de la Gambie au Sierra-Leone. Dans ce vaste espace, il est facile de distinguer deux groupes distincts, des races aborigènes et des tribus envahissantes. Le contact plus ou moins prolongé entre les unes et les autres a apporté une perturbation considérable dans leur ethnique et modifié leur habitat. Le Dr Maclaud s'est borné, pour le moment, à indiquer la localisation actuelle des groupements nègres de l'Ouest africain, les modifications qu'ils ont apportées à leur habitat et les tendances que manifestent certains d'entre eux à essaimer vers d'autres territoires. On peut donc espérer que l'auteur donnera une suite à cette première étude.

M. le Dr Maclaud groupe sous le nom de races soudaniennes les tribus envahissantes, Foulbés ou Mandingues, dont les migrations ont laissé une trace dans les traditions locales et sont aujourd'hui connues dans leurs grandes lignes. Après avoir envisagé une à une les tribus qui s'y rattachent, l'auteur aborde l'étude curieuse des races qu'il qualifie d'aborigènes. Sous ce nom, très imprécis, dit-il lui-même, il réunit les divers groupements nègres qui peuplent l'Ouest africain et qui lui paraissent issus d'une grande race noire, autrefois prédominante dans toute la région nigérienne. Il indique les principaux caractères communs qui peuvent justifier l'existence d'une souche unique et il note ce que l'on sait de chacune de ces races d'après les observations des précédents voyageurs et d'après les siennes propres. La carte jointe à cette étude montre nettement la répartition géographique actuelle des races envahissantes et des races aborigènes. Ces dernières, refoulées d'abord par la violence, sont aujourd'hui pacifiquement pénétrées; elles sont appelées à perdre fatalement leurs caractères ethniques et à disparaître comme races spéciales devant les progrès de races supérieures. Il est donc grand temps d'en relever les caractères.

GUSTAVE REGELSPERGER.

[1] *Rev. gén. des Sc.*, 1904, p. 222; 1905, p. 970.

4° Sciences médicales

Traité d'Hygiène, *publié en fascicules, sous la direction de* **Brouardel** (P.), *Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Institut, et* **Mosny** (E.), *Médecin de l'Hôpital Saint-Antoine.* — 3e *fascicule* : **Anthropologie, Hygiène individuelle, Education physique**, *par* MM. R. ANTHONY, E. DUPRÉ, P. RIBIERRE, G. BROUARDEL, M. BOULAY, V. MORAX, P. LAFEUILLE. — 1 *vol. gr. in-8° de* 300 *pages avec* 38 *figures.* (*Prix* : 6 *fr.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1906.

Ce volume renferme des notions très intéressantes d'Anthropologie et nous fait connaître la pratique de l'Anthropologie moderne : ce sont les notions générales sur la forme humaine, puis les procédés pour observer et représenter cette forme, l'anthropométrie, la manière d'établir une fiche d'observation, de suivre la croissance de l'individu.

Vient ensuite une étude sur l'évolution psychique de l'enfant et de l'adulte, avec les fondements psychologiques de l'éducation intellectuelle, la manière d'observer et celle aussi d'éviter le surmenage intellectuel des écoliers.

La seconde partie a trait à l'Hygiène individuelle : M. Brouardel y passe en revue les différentes pièces dont se compose le vêtement et donne des conseils pratiques sur le choix des tissus et sur la forme du vêtement. Il indique ensuite les principes et la pratique de la propreté corporelle.

Des chapitres spéciaux sont consacrés à l'hygiène des diverses parties du corps : oreille, nez, bouche, gorge, œil.

Dans la troisième partie, M. Lafeuille traite de l'éducation physique : il établit les principes physiologiques du travail musculaire, les effets de l'exercice sur la nutrition, la respiration, la circulation, le système nerveux et l'appareil locomoteur; et il part de ces principes pour étudier et classer les divers exercices physiques, en rapport avec l'âge, le sexe, les constitutions et les états morbides, montrant comment on doit utiliser la gymnastique pour perfectionner ou réformer l'individu.

M. LABBÉ,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 Janvier 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Hurwitz** démontre un théorème nouveau sur les points critiques des fonctions inverses. — M. **G. Rémoundos** communique certains résultats analogues à ceux de M. Hurwitz sur les points critiques d'une classe de fonctions. — M. **T. Boggio** donne l'expression des potentiels d'un volume attirant dont la densité satisfait à l'équation de Laplace. — M. **H. Merczyng** a étudié expérimentalement le mouvement des liquides à grande vitesse par conduites très larges, et confirme le fait, établi théoriquement par MM. Darcy et M. Lévy, que la pente hydraulique augmente avec la diminution du diamètre du tuyau. — M. **E. Seux** a construit, sur le modèle de l'aile de l'oiseau, de petits modèles d'aéroplanes possédant des bords antérieurs de diverses épaisseurs. Les appareils munis d'un bord antérieur d'une certaine épaisseur progressent plus facilement que ceux à bord plan mince et possèdent un meilleur équilibre longitudinal.

2° Sciences physiques. — M. **G. Gabet** présente un nouvel appareil de télémécanique sans fil qui, par application d'un nouveau principe électromécanique, celui du retard au contact, permet un contrôle *a priori* des commandes perçues et donne à l'opérateur la faculté d'annuler, avant qu'elle n'ait reçu un commencement d'exécution, toute commande étrangère perturbatrice. — M. **D. Berthelot** indique deux modes de calcul, direct et indirect, du facteur par lequel on réduit les densités normales des gaz aux densités limites, pour la mesure de leur poids moléculaire. — M. **M. Berthelot** montre qu'il y a une différence très nette entre les phénomènes chimiques déterminés par un échauffement résultant de causes purement calorifiques et ceux dus à un échauffement produit par les actions électriques. — M. **L. Vignon** a constaté que l'ionisation des matières colorantes est fortement accrue par la dilution et surtout par l'élévation de température; elle joue un grand rôle dans la teinture des textiles. — M. **A. Colson** a obtenu un sulfate de chrome vert $Cr^2(SO^4)^3+6H^2O$ dont les trois radicaux sont totalement dissimulés. Une solution froide de sulfate chromique en équilibre ne contient pas uniquement un sel violet et un sel vert, mais plusieurs sels verts différents. — M. **Em. Vigouroux**, en faisant agir le chlorure de silicium sur le chrome vers 1200°, a obtenu le siliciure Cr^4Si^2. — M. **P. Lebeau** estime que le siliciure de manganèse obtenu par M. Gin dans la réduction de la rhodonite au four électrique est du siliciure $SiMn^2$ impur. — MM. **A. Seyewetz** et **Poizat** décrivent un appareil continu pour la préparation de l'oxygène pur sous pression constante, utilisant la chute d'une solution acide de permanganate dans l'eau oxygénée. — M. **W. Tchelinzeff** montre que la thermochimie, par suite de la faiblesse des effets thermiques, ne permet pas de conclure à l'existence d'isomères dans les combinaisons oxoniennes de Grignard et Bayer; mais la décomposition par l'eau et les produits qui en résultent démontrent cette isomérie, suivant l'hypothèse de Bayer : $(R)(R')O(X)MgR'$ et $(R\ R')O(X)MgR$. — M. **Pastureau**, en traitant la méthyléthylcétone par H^2O^2 en présence d'acide sulfurique, a obtenu un superoxyde $(C^5H^8O^2)^2$ explosif au-dessus de 100°, et un alcool, le méthylacétol. — MM. **E.-E. Blaise** et **M. Maire** ont constaté que les amines phénoliques se fixent facilement sur la double liaison des cétones vinylées en donnant des β-arylaminocétones, qui se cyclisent en donnant des 4-alcoylquinoléines.

3° Sciences naturelles. — M. **E.-P. Fortin** montre que, l'éclairage d'un objet ne variant pas, la coloration de cet objet est perçue différemment suivant que l'œil est ou n'est pas exposé à la lumière. — MM. **M. de Rothschild** et **H. Neuville** décrivent une seconde antilope nouvelle de la vallée de l'Ituri (Afrique centrale), à laquelle ils donnent le nom de *Cephalophus ituriensis*. — Le Prince **Albert de Monaco** résume les principaux travaux effectués au cours de la 8e campagne de la *Princesse-Alice*, qui s'est rendue au Spitzberg pendant l'été de 1906. — M. **Eberhardt** indique un procédé permettant de détruire les larves dans les plantations d'arbres et qui consiste à injecter dans les galeries une solution de formol et de glycérine, qui tue la larve lorsqu'on ne peut pas la saisir directement avec des pinces en élargissant un peu l'ouverture. — M. **M. Caullery** communique ses recherches sur les *Liriopsidae*, Crustacés isopodes parasites des Rhizocéphales. — M. **G. Bonnier** estime que les expériences de Leduc sur les prétendues cellules artificielles ne sont qu'une répétition pure et simple de celles de Traube et Pfeffer. — MM. **W. Kilian** et **L. Gentil** ont reconnu l'existence de l'Aptien, du Gault et du Cénomanien dans l'Atlas occidental marocain. — M. **Deprat** a étudié les rapports entre les terrains tertiaires et les roches volcaniques dans l'Anglona (Sardaigne). — M. **G. Mercalli** présente ses observations sur le tremblement de terre calabrais du 8 septembre 1905; il ne paraît pas de nature tectonique, mais plutôt périmétrique (intervolcanique).

Séance du 21 Janvier 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **M. Fréchet** présente ses recherches sur l'approximation des fonctions par des séries trigonométriques limitées. — MM. **P. Tsoucalas** et **J. Vlahavas** ont déterminé la résistance de l'air et la force ascensionnelle maximum absolue des hélices de propulsion. — M. **F. Ferber** donne des formules qui permettent de trouver quelle est l'hélice nécessaire pour faire avancer avec une vitesse V un système qui demande pour se sustenter une poussée F et quelle puissance cette hélice absorbera. — M. **A. Jacob** a déterminé les conditions d'équilibre et la résistance d'un tube élastique sur lequel on enroule un fil également élastique, le brin ayant au moment de l'enroulement une tension variable suivant une loi donnée.

2° Sciences physiques. — Le Prince **Albert Ier de Monaco** rend compte des observations de magnétisme terrestre, faites avec son appui par M. Chaves dans le sud de l'Afrique, en particulier au Mozambique. — MM. **P. Weiss** et **A. Cotton** ont mesuré le phénomène de Zeeman sur les raies bleues du zinc. L'écart entre deux composantes magnétiques varie proportionnellement à l'intensité du champ. — M. **J. Becquerel** a constaté que la tysonite possède, comme le xénotime, des bandes d'absorption sensibles à l'action d'un champ magnétique. — MM. **A. Jaquerod** et **F. L. Perrot**, par la diffusion de l'hélium à travers la silice à haute température, ont préparé ce gaz à l'état de pureté, la silice étant imperméable aux autres gaz jusqu'à 1.100°. — MM. **A. Charrin** et **Goupil** ont reconnu que les plantes artificielles de M. Leduc n'absorbent ni le chlorure de sodium, ni le sucre, et ne présentent aucun phénomène de nutrition. — M. **H. Guillemard** montre qu'on n'obtiendra de carbylamine, dans l'alcoylation d'un cyanure, que si ce dernier peut donner, dans les conditions de la réaction, une com-

binaison stable avec la carbylamine naissante; sinon, on obtiendra soit un dérivé de la carbylamine, impropre à la régénérer, soit un nitrile. — M. **R. Lespieau**, en hydrogénant par l'amalgame de Na la lactone érythronique inactive, a obtenu un sucre réducteur, qui n'est autre que l'érythrite active naturelle. — M. **L.-J. Simon** étudie le mécanisme des diverses synthèses des dérivés quinoléiques. — M. **G. Blanc**, en calcinant les sels de Ca des acides ββ-diméthylpimélique et ββε-triméthylpimélique, a obtenu la 3 : 3-diméthylcyclohexanone, Eb. 173°, et la 3 : 3 : 6-triméthylcyclohexanone, Eb. 186°. — M. **G. Kimpflin** propose l'emploi du méthylparamidométacrésol pour la recherche du méthanal dans les végétaux verts; il donne avec ce corps une coloration rouge stable. — M. **M. Hanriot** a isolé du *Tephrosia Vogelii* deux substances : le téphrosal, $C^{10}H^{16}O$, liquide volatil, et la téphrosine, $C^{31}H^{26}O^{10}$, F. 187°, substance toxique pour les Poissons. — MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue** ont constaté que, dans l'absinthe, il y a consommation de matières odorantes à la suite du travail de la fécondation; on a donc intérêt à empêcher la fécondation de la fleur si l'on veut récolter plus d'essence.

3° Sciences naturelles. — MM. **G. Kuss** et **E. Lobstein** ont reconnu que l'anthracose pulmonaire physiologique se produit par inhalation et non par déglutition. L'intestin normal n'est pas absolument imperméable aux granulations fines de noir de fumée, mais la quantité de poussières qui peuvent arriver par cette voie aux poumons est insignifiante. — MM. **F. X. Lesbre** et **F. Maignon** ont constaté, chez le porc, que la section bi-latérale de la branche interne du spinal est incompatible avec une survie prolongée. La section double du pneumogastrique n'est pas incompatible avec la vie. — M. **J. Chevalier** a étudié l'action pharmacodynamique d'un alcaloïde nouveau contenu dans la racine de valériane fraîche. L'action prédominante est dépressive et paralysante; elle se fait sentir non seulement sur le bulbe, mais sur le cerveau et tout l'axe cérébro-spinal. — M. **A. Krempf** considère chaque territoire cellulaire de la couche à calicoblastes des Hexacoralliaires à polypier comme fonctionnant à la façon d'une glande à sécrétion mérocrine, mais d'une glande à sécrétion figurée entièrement élaborée à son intérieur. — M. **Leclerc du Sablon** a étudié les transformations qui se produisent dans les diverses parties de l'ovule du figuier à la suite du dépôt de l'œuf de Blastophage. Dans certains cas, l'albumen se forme sans qu'il y ait eu fécondation. — M. **J. Boussac** déduit de ses recherches sur l'évolution des Cérithes du bassin de Paris : 1° que la couche de Mortefontaine appartient à la même zone paléontologique que les sables moyens; 2° que les sables de Montagny appartiennent à la même zone que les sables de Cresne; 3° que la zone à *Pholad. ludensis* est une zone distincte. — M. **G. Bigourdan** expose un projet de classification bibliographique de toutes les matières qui constituent la Sismologie actuelle.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 15 Janvier 1907.

M. **H. Huchard** considère l'hypertension artérielle comme préparant les lésions vasculaires de l'artériosclérose et montre l'importance qu'il y a à la combattre par ce qu'il appelle la médication hypotensive : régime alimentaire lacto-végétarien et hypochloruré, stimulation de l'élimination rénale. — M. **Ch. Monod** a réuni un grand nombre de documents relatifs à l'emploi du sérum antituberculeux de Marmorek dans différents pays; il déduit de leur examen : 1° que l'application de ce sérum est d'une innocuité absolue; 2° que son action se manifeste sur toutes les formes de tuberculose; 3° que cette action, dans la tuberculose pulmonaire, porte sur tous les symptômes morbides; 4° que, dans un grand nombre de cas traités à temps, l'action du sérum a été tellement complète que tous les symptômes de l'affection ont disparu et que certains praticiens n'ont pas hésité à prononcer le nom de guérison (ou, au moins, d'amélioration considérable).

Séance du 22 Janvier 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **E. Javal**, membre de l'Académie.

MM. **E. Lancereaux** et **N. Paulesco** proposent un nouveau système de classification et de nomenclature en Médecine, sur lequel une Commission, nommée par l'Académie, aura à se prononcer prochainement.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 12 Janvier 1907.

MM. **G. Linossier** et **G. H. Lemoine** ont constaté que les sérums précipitants sont incapables de mettre en évidence des différences, si elles existent, entre les albumines du sérum des animaux de même espèce et de races différentes. — MM. **P. Ancel** et **F. Villemin** ont provoqué la dégénérescence de la glande séminale par l'ablation du feuillet pariétal de la vaginale; la glande interstitielle conserve néanmoins son intégrité morphologique et fonctionnelle. — M. **M. Nicloux** a constaté que l'éther s'élimine très rapidement dès le début de la cessation de l'anesthésie; en cinq minutes, la quantité dans le sang artériel baisse de moitié; après quatre heures, il n'y en a plus trace. — M. **A. Delcourt** a observé que le *Notonecta umbrina*, que l'on range comme une variété du *N. glauca*, paraît être une espèce distincte. — M. **L. Marchand** montre que la lésion la plus commune chez les épileptiques est une adhérence plus ou moins diffuse des méninges molles au cortex, qui se complique, chez les sujets à faiblesse intellectuelle ou déments, d'une sclérose névroglique des adhérences méningées. — MM. **L. Jammes** et **A. Martin** ont reconnu que le chorion ovulaire de l'*Ascaris vitulorum* subit, dans sa structure intime, des modifications aboutissant à une atténuation de la semi-perméabilité à la fin de l'évolution. — M. **R. Dubois** a pu constater *de visu*, au moyen de la radioscopie, les mouvements synergiques des sacs aériens dans la respiration des oiseaux. — M. **M. Lambert** a observé que l'extrait du corps jaune de l'ovaire est doué d'une grande toxicité pour le lapin et la grenouille en injection vasculaire. — M. **A. Popovici-Baznosanu** montre que, chez les larves de *Chloe*, *Siphlurus* et *Tricorythus*, il existe un sinus ventral thoracique identique au sinus abdominal de Graber. Le sang qui s'y trouve peut passer dans l'abdomen grâce aux contractions des muscles ventraux. — M. **Lagriffoul** a constaté qu'employé dans des conditions déterminées le bacille tuberculeux homogène d'Arloing peut vacciner efficacement contre la tuberculose. — M. **P. Remlinger** montre que l'inoculation sous-cutanée de sérum de cheval ou de toxine antidiphtérique et antitétanique peut, en général, être considérée comme inoffensive, et qu'elle ne produit pas d'anaphylaxie. — M. **E. Vidal** combat l'action de la substance empêchante, produite dans les humeurs des cancéreux traités par les sérums cytolytiques spécifiques, au moyen d'un anti-sérum produit par l'injection de cette substance à un animal. — M. **E. P. Fortin** a observé que, l'éclairage d'un objet ne variant pas, la coloration de cet objet est perçue différemment suivant que l'œil a ou n'a pas été exposé à la lumière. — MM. **H. Iscovesco**, **Joltrain** et **Monier-Vinard** ont constaté qu'un liquide péritonéal ou pleural contenant des globulines négatives et à conductivité électrique supérieure à celle du sérum, prouve que la séreuse est altérée. — MM. **P. Armand-Delille** et **E. Leenhardt** montrent qu'il est possible d'obtenir des sérums cytotoxiques beaucoup plus rigoureusement spécifiques lorsqu'on s'adresse, non plus aux tissus complets, mais à un de leurs éléments essentiels, les nucléo-albumines. — M. **Ch.-A. François-Franck** a étudié la respiration chez le caméléon vulgaire; le poumon subit d'énormes variations de volume pendant l'inspiration et l'expiration. — M. et

Mme L. Lapicque ont reconnu que les paramètres de la formule de Weiss ($Q = a + bt$), relative à l'excitabilité des nerfs moteurs, sont affectés tous deux, en sens inverse, par la température. Quand elle s'élève, a diminue et b augmente. — M. M. Weinberg et R. S. Williams ont trouvé dans l'appendice de véritables plis muqueux, de dimensions inégales et de siège irrégulier, qui doivent jouer un rôle important dans la topographie des lésions appendiculaires. — M. Ed. Chatton a rencontré chez les Daphnies un protiste parasite nouveau, qu'il nomme *Pansporella perplexa*. — MM. L. Bérard et L. Thévenot ont constaté que la présence des microbes n'est pas constante dans les goitres. Les microbes que l'on y trouve paraissent être ceux que l'on rencontre d'ordinaire dans les néoplasies bénignes. — M. A. Mayer étudie l'influence des électrolytes sur la précipitabilité et la solubilité des combinaisons d'adsorption et des complexes colloïdaux d'albuminoïdes.

Séance du 19 Janvier 1907.

M. G. Bohn a observé que, chez les *Convoluta*, en aquarium comme sur la plage, la sortie du sable commence entre 3 h. 40 et 5 heures avant la mer basse et dure environ deux heures, c'est-à-dire à lieu au moment où la mer descend manifestement. — M. R. Dubois présente la radiographie d'une perle enfermée dans les valves d'une huître perlière; ce procédé évite la destruction des mollusques pour la recherche des perles. — M. Ed. Retterer montre qu'à l'origine les organes élastiques sont exclusivement cellulaires. Les fibres et les lamelles élastiques représentent une élaboration protoplasmique; les noyaux subissent un changement profond, qui les transforme en élastine. — M. A. Lelièvre a constaté que les modifications structurales observées dans les reins d'animaux maintenus au régime carné offrent une grande ressemblance avec celles des reins d'animaux de même espèce rendus anuriques par le régime sec. — MM. B. Moreau, A. Morel et Cl. Gautier dosent le fer dans les tissus par calcination avec $KAzO^3$, K^2CO^3 et Na^2CO^3, dissolution chlorhydrique et précipitation par le nitroso-β-naphtol. — M. J. Nageotte a pratiqué la greffe des ganglions rachidiens; il a obtenu la survie des éléments nobles, avec transformation des cellules unipolaires en cellules multipolaires. — MM. Th. Tuffier et A. Mauté montrent que, dans la médication ionique, il faut distinguer l'action médicamenteuse vraie, qui reste localisée à la peau, et l'action propre du courant, qui peut se faire sentir sur les tissus profonds. — M. L. Cesari a constaté que le liquide cérébro-spinal ne contient pas de choline chez les chiens soumis à des crises épileptiques expérimentales, même souvent répétées. — M. M. Nicloux a reconnu que tous les tissus renferment de l'éther en quantité notable au moment de la mort par cet anesthésique; le tissu adipeux est capable d'en fixer jusqu'à 400 milligrammes par 100 grammes. — M. G. Bouffard montre que l'agent de propagation de la *souma*, trypanosomiase du Soudan français, est le *Stomoxys* véhiculant le *Tr. Cazalboui*. — MM. Enriquez et Ambard ont constaté que, chez les tuberculeux, la décharge chlorurée provoquée par le passage d'un régime de chloruration normale à un régime déchloruré se produit, en général, brusquement du jour au lendemain. — MM. Ch. Morel et E. Dalous ont observé que, dans les tubercules, les éléments cellulaires (surtout les cellules de Langhans) sont susceptibles de conserver, pendant un certain temps, leurs propriétés phagocytaires. — MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild signalent certains cas de neuro-arthritisme qui paraissent être en relation avec l'hypothyroïdie. — M. A. Guilliermond a observé, chez les bacilles endosporés, à défaut d'un noyau, un grand nombre de fines granulations colorables qui semblent indiquer un système chromidial diffus. — M. A. Frouin a constaté, chez les animaux à fistule gastrique, une digestion plus complète et une évacuation plus rapide de l'estomac à la suite de l'ingestion de salive. — M. A. Charrin a reconnu que l'argent colloïdal est éminemment bactéricide et relativement dépourvu de toxicité pour l'organisme, qu'il modifie même dans un sens favorable. — M. A. Mar présente un nouvel appareil à thoracentèse. — M. H. Piéron montre la généralité des rythmes spontanés et des phénomènes d'anticipation en Biologie. — M. J. Gautier a constaté que la tallianine (terpène ozoné employé par les vétérinaires) produit en injection une énorme polynucléose assez durable, à laquelle elle doit peut-être ses propriétés curatives. — MM. Ch. Achard, L. Gaillard et A. Ribot ont étudié le mécanisme de l'absorption péritonéale : le nombre et le poids des molécules sont les deux facteurs qui influencent le plus la grandeur de l'absorption. — MM. Ch. Achard et P. Emile-Weil ont reconnu que l'injection intra-veineuse de collargol chez le lapin suscite de fortes réactions des organes hématopoïétiques et du sang (myélocytose de la moelle, polynucléose sanguine).

Séance du 26 Janvier 1907.

M. le Président annonce le décès de M. E. Javal et de M. P. Budin, membres de la Société.

M. M. Caullery a étudié la castration parasitaire produite sur les Rhizocéphales par les Cryptonisciens. La régression des ovules a lieu par action à distance et rentre dans la castration parasitaire indirecte et temporaire. — M. R. Dubois a constaté que le *Chaetomorpha crassa* prend de l'O dans le milieu ambiant et le rejette au fur et à mesure sous l'influence de la lumière. Quand celle-ci n'agit pas, l'O n'est pas rejeté : il sert à la respiration et aux phénomènes bioprotéoniques; c'est alors surtout CO^2 qui est éliminé. — MM. A. Goris et L. Crété ont reconnu que l'huile de marrons d'Inde préexiste dans la graine; elle est facile à extraire par un solvant des marrons desséchés; dans les marrons frais, elle est énergiquement retenue par la saponine. — M. A. Lelièvre a observé que les cellules rénales prolifèrent et se disposent en assises stratifiées au cours du régime sec et carné; d'autre part, il existe une destruction cellulaire active. Après le régime carné, on assiste à des phénomènes d'expulsion du noyau. — MM. P. Fauvel et G. Bohn ont étudié le rythme des marées chez les Diatomées littorales. — M. A. Marmorek a produit expérimentalement des cavernes pulmonaires chez le cobaye et le lapin tuberculeux par l'injection répétée de tuberculine, qui stimule la sécrétion, par les bacilles de Koch, de toxine tuberculeuse, cause de la formation des cavernes. — M. E. Trouessart considère les Lémuriens comme un groupe diphylétique. — M. Nicolétis propose l'emploi, en électricité médicale, d'un nouveau genre de courant non douloureux, dit énallaxotone, c'est-à-dire alternativement croissant et décroissant, qu'il obtient avec un nouveau genre de rhéostat. — M. A. Lorand montre que les altérations de la thyroïde sont souvent suivies d'altérations des reins et que, dans la goutte, la médication thyroïde amène une augmentation de l'élimination d'acide urique. — M. Al. Carrel a observé que des artères de chiens transplantées sur le chat continuent à jouer leur rôle d'artères et qu'un séjour de vingt jours à la glacière ne produit dans l'artère aucune lésion incompatible avec ses fonctions. — M. E. Maurel confirme qu'en modifiant certaines conditions de la vie, et au bout d'un certain temps, on peut renverser la marche nycthémérale de la température normale et porter son maximum au matin, de même qu'en revenant aux conditions premières on peut porter ce maximum au soir. — M. C. Cépède a observé la déhiscence des spores du *Myxobolus cycloides* dans le rein du *Leuciscus rutilus* parasité. — MM. L. Jammes et A. Martin résument le mécanisme de l'infestation par l'*Ascaris vitulorum*. — MM. G. Kuss et E. Lobstein : La pathogénie de l'anthracose pulmonaire (voir p. 123). — M. H. Piéron présente un nouveau cardiographe évitant les déformations respiratoires. — M. E. F. Terroine a observé que, lorsqu'on fait à un chien des saignées suivies de réinjections de

volumes égaux de sérum artificiel ou de liquide de Locke, et si l'on espace suffisamment les saignées, le sang se coagule spontanément de plus en plus vite, jusqu'à un certain moment à partir duquel la coagulabilité diminue; on peut arriver à obtenir un sang ne coagulant plus spontanément. — MM. **M. Doyon, Cl. Gautier** et **A. Morel** ont constaté que l'ablation totale de l'intestin ne modifie pas la teneur du sang en fibrine; si la survie est un peu longue, il y a cependant une légère augmentation de la fibrine dans le sang. — MM. **J. Cluzet** et **A. Soulié** montrent que, sous l'influence des rayons X, la glande mammaire semble retardée dans son évolution vers la sécrétion lactée. — M. **J. Basset** communique de nouvelles expériences qui excluent la possibilité de pneumoconioses d'origine digestive. — MM. **A. Calmette** et **G. Petit** ont observé que le staphylocoque virulent peut facilement traverser, non seulement la muqueuse de l'intestin grêle, mais aussi celle du gros intestin, et se retrouver ensuite dans le sang de la circulation périphérique; à la suite, des lésions caractéristiques d'ostéomyélite peuvent apparaître chez les animaux. — M. **E. Fauré-Frémiet** a étudié la variabilité de quelques *Opercularia* commensaux des insectes aquatiques. — M. **A. Frouin** indique le mode de préparation de quelques sérums exclusivement agglutinants ou hémolytiques. — Mlle **M. Loyez** critique les recherches de M. Dubuisson sur la formation du vitellus chez les Reptiles et chez les Oiseaux. — M. **A. Marie** signale divers cas d'animaux ayant reçu des injections de virus rabique insuffisantes pour leur donner la maladie et qui ont contracté la rage après un traumatisme cérébral qui a diminué leur résistance. — M. **H. Vincent** montre la solidité de l'union de la toxine et de l'antitoxine tétaniques en mélange neutre; au bout de 24 heures, le mélange n'est plus dissociable par le chlorure de calcium, qui, dans des mélanges récents, précipite en partie la toxine. — M. **M. Nicloux** a constaté que, dans l'anesthésie, l'éther se répartit d'une façon à peu près uniforme entre les globules et le plasma sanguins, avec un léger écart en faveur du plasma en valeur relative. — M. **J. Gautier** a constaté que certaines septicémies (pyocyanique, streptococcique, etc.) peuvent être enrayées par l'injection, aussi précoce que possible, de tallianine (terpène ozoné).

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 8 Janvier 1907.

MM. **J. Gautrelet** et **H. Gravellat** ont constaté que l'absorption de bleu marine (couleur d'aniline) fait apparaître dans l'urine un sulfo-conjugué ayant tous les caractères de l'indican. Le foie joue un rôle primordial dans cette transformation. — MM. **Benoit-Gonin** et **Lafite-Dupont** montrent que le passage de la station quadrupède à la station bipède dans la série des Mammifères a influencé la direction des canaux semi-circulaires de l'oreille. — MM. **Verger** et **Brandeis** ont constaté que les staphylocoques injectés dans le sciatique disparaissent rapidement après avoir provoqué des lésions diapédétiques et hémorragiques de peu d'étendue dans le tissu interstitiel. — M. **G. Denigès** décrit une nouvelle réaction caractéristique de l'inosite : coloration bleue avec le nitroprussiate de soude après oxydation par l'acide azotique. — MM. **L. Tribondeau** et **G. Hudellet** ont reconnu que les rayons X provoquent dans le foie du nouveau-né des altérations histologiques et fonctionnelles (glycogène) importantes, relativement aux résultats médiocres obtenus précédemment chez l'adulte et l'animal jeune. — MM. **J. Bergonié** et **L. Tribondeau** ont étudié le processus involutif des follicules ovariens après röntgenisation de la glande génitale femelle.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 14 Janvier 1907.

M. **A. Prenant** décrit les caractères des cellules ciliées et muqueuses dans l'épithélium bronchique de l'homme; ils sont analogues à ceux des cellules épithéliales de l'œsophage du Triton. — M. **L. Bruntz** a découvert l'existence d'organes globuligènes chez les Isopodes terrestres (Cloportes), d'eau douce (Aselles) et marins (Ligies et Ancées). — M. **Lucien** a étudié le développement du ligament annulaire antérieur du carpe chez l'homme. — M. **Ch. Champy** décrit la structure du testicule d'un homme de 57 ans, présentant les caractères d'un castrat : les cellules séminales sont à l'état embryonnaire et même régressées; la glande interstitielle est complètement absente. — MM. **M. Dufour** et **L. Vérain** présentent une nouvelle forme de rhéostat liquide pour l'électrophysiologie. — M. **L. Cuénot** a observé l'existence de l'autotomie caudale chez le Mulot, le Lérot et le Muscardin. Elle est due à la fragilité du fourreau de la queue, qui ne peut supporter sans se rompre une légère traction, et a probablement une valeur défensive vis-à-vis des carnassiers qui pourchassent ces animaux.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Décembre 1906.

M. **Paraf-Javal** présente un *chronomètre pigmentaire*. Cet appareil permet d'exprimer rapidement en chiffres les proportions de pigments donnés composant une couleur donnée. Il comprend essentiellement : 1° un cadran rotatif comportant une graduation centigrade; 2° un axe-pivot transmettant son mouvement au cadran; 3° un jeu de disques colorés, à centre évidé, ayant chacun une fente radiale et un index, ce qui les rend susceptibles de se recouvrir et de former des secteurs plus ou moins étendus dont la somme est toujours égale à la surface d'un disque; 4° une douille à baïonnette avec ressort permettant de solidariser les disques avec le cadran pendant la rotation; 5° un jeu de rondelles-témoins permettant d'avoir sous les yeux, pendant la rotation, les couleurs des pigments composant la couleur à reproduire. Soit à reproduire un violet composé d'un rouge et d'un bleu donnés : Combiner un disque coloré du rouge donné et un disque coloré du bleu donné, et faire glisser les disques les uns sur les autres de manière à obtenir un secteur rouge et un secteur bleu; faire tourner et comparer le violet produit par la rotation au violet à reproduire; augmenter ou diminuer les secteurs respectifs jusqu'à ce que le violet de la rotation soit identique au violet à reproduire. Lire les proportions du rouge et du bleu composants sur le cadran. L'exemple choisi s'applique à une couleur composée de deux pigments. On peut, en augmentant le nombre des disques, déterminer la proportion d'un nombre quelconque de pigments composant une couleur donnée, ou déterminer quels pigments il y a lieu de choisir parmi les pigments connus pour reproduire une couleur donnée. En utilisant les couleurs dites *primaires*, employées pour le procédé dit des *trois couleurs*, on peut reproduire, au moyen de rouge, de bleu et de jaune, et au besoin de blanc et de noir, une couleur donnée. — M. **A. Jobin** présente l'*astrolabe à prisme* de MM. **A. Claude** et **L. Driencourt** pour la détermination de la longitude et de la latitude par la méthode des hauteurs égales. Il a déjà été décrit ici même en détail par les auteurs[1]. — M. **H. Le Chatelier** présente un *manomètre de grande sensibilité* destiné à la mesure de la vitesse des courants gazeux dans les cheminées d'usine au moyen du tube de Pitot. Il permet de faire les mesures à 1/100 de millimètre et est en même temps assez rustique pour pouvoir être mis entre les mains d'ouvriers. Il utilise un double principe : celui de la juxtaposition de liquides de densité voisine, déjà employé par Krebs, et celui de l'émergence d'une pointe noyée, déjà employé par M. Le Chatelier. On ramène le niveau à une hauteur invariable en introduisant ou enlevant de

[1] Voir la *Revue* des 30 novembre et 30 décembre 1905, t. XVI, p. 972 et 1071.

l'eau dans une des branches à large section du manomètre au moyen d'une burette de Mohr reliée à l'appareil par un tube en caoutchouc. La section des surfaces libres de l'eau est de 1 décimètre carré, de telle sorte que 1/10 de centimètre cube correspond à 1/100 de millimètre de hauteur d'eau. La communication est établie entre les deux branches au moyen d'un siphon renversé, dont la disposition est due à M. Stanton, du National Physical Laboratory de Londres. Le liquide non miscible à l'eau, dont on maintient la surface de séparation au sommet d'un tube coupé droit au milieu duquel affleure la pointe, est de l'essence minérale. On augmenterait considérablement la sensibilité et l'on obtiendrait le 1/1000 de millimètre, si l'on pouvait employer un liquide de densité plus voisine de celle de l'eau. Mais les tentatives faites dans cette voie ont échoué, à cause de la propriété qu'ont ces liquides de s'émulsionner rapidement avec l'eau.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 11 Janvier 1907.

La Société procède au renouvellement de son Bureau, qui est ainsi constitué pour 1907 :

Président : M. L. **Bouveault**;

Vice-présidents : MM. H. **Moissan**, **Pascalis**, P. **Feundler** et M. **Hanriot**:

Secrétaire général : M. A. **Béhal**;

Secrétaire : M. G. **Bertrand**.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 15 Novembre 1906 (suite).

M. H. L. **Bronson** : *Effet de la température sur l'activité du radium et ses produits de transformation.* Un grand nombre de savants ont essayé de faire varier l'activité de diverses substances radio-actives en les soumettant soit à de très hautes températures, soit à des températures très basses. Parmi tous ces essais, deux seulement, à la connaissance de l'auteur, ont apparemment donné des résultats positifs. Les expériences maintenant décrites ne présentent aucune preuve d'un changement quelconque dans l'activité des produits de transformation du radium lorsqu'ils sont soumis à des températures variant entre — 180° C. et 1600° C. Si quelque changement a lieu, il est très faible, et ne peut être supérieur à 1 °/₀ dans le cas du radium C pour des températures variant entre — 180° C. et 1.600° C., et supérieur à 1 °/₀ dans le cas de l'émanation du radium B, pour des températures variant entre — 180° C. et 1.500° C. Ainsi disparaît la seule exception connue à la règle générale que l'activité des substances radio-actives n'est pas affectée par la température.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 7 Décembre 1906.

MM. L. G. **Radcliffe** et W. H. **Maddocks** ont déterminé les *constantes d'un bloc de beurre de tourbe*, trouvé dans une tourbière à Maghery (Irlande). Il fond entre 46°,5 et 49°,5 C.; D = 0,839; il contient 98 °/₀ de matière grasse soluble dans l'éther. L'indice d'acide est de 201,9, l'indice de saponification de 394,1, l'indice Reichert-Meissl de 1,2, l'indice de Hehner de 98,5 °/₀, l'indice d'iode de 10 °/₀.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 3 Décembre 1906.

M. F. W. **Richardson** propose une *méthode de détermination colorimétrique de la formaldéhyde dans le lait.* On ajoute goutte à goutte 4 centimètres cubes d'acide sulfurique ferrugineux fort à 5 centimètres cubes de lait placés dans une capsule de porcelaine; après chaque goutte, on agite vigoureusement. En présence de formaldéhyde, il se forme une coloration violette, qu'on compare avec des tubes titrés. — MM. I. Q. **Orchardson**, S. H. **Wood** et W. P. **Bloxam** étudient l'influence des impuretés dans la détermination de l'indigo par la méthode au tétrasulfonate.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 16 Novembre 1906.

M. M. **Planck** fait la nécrologie de M. **Paul Drude**, professeur à l'Université de Berlin. Il rend compte de la vie et de l'œuvre de ce savant, dont la mort subite, survenue il y a quelques mois, a été universellement regrettée. — M. G. E. **Lilienfeld** adresse une Note sur des phénomènes d'un nouveau genre observés dans la colonne positive des effluves électriques. Cette note préliminaire est relative à la démonstration expérimentale d'un mouvement ordonné dans la décharge électrique au sein d'un gaz raréfié, à distance considérable des électrodes, c'est-à-dire dans les portions de la décharge exemptes de toute influence de la part des phénomènes des électrodes. Les phénomènes décrits par l'auteur rendent probable la présence d'un mouvement ordonné tout nouveau se produisant, pour un vide avancé (de l'ordre de grandeur de $0^{m},01$ de mercure), dans la colonne positive d'un effluve électrique; pour les pressions en question, le chemin moyen d'une molécule est comparable aux dimensions des tubes à vide employés. Le phénomène remarqué par l'auteur consiste en une fluorescence singulière, de nuance rubis, des parois de verre, fluorescence qui s'accompagne souvent d'un échauffement intense du verre et qui se présente dans le cas de raréfactions et de recharges répétées d'un tube à vide rempli d'oxygène. La manière dont se comporte la fluorescence rouge fait voir que les particules qui la produisent exécutent un mouvement ordonné de la cathode vers l'anode. La déviation magnétique de cette fluorescence produite par le champ faible d'un aimant en acier démontre que ce ne sont pas les corpuscules négatifs seuls qui engendrent cette fluorescence, mais qu'il se présente en même temps un autre facteur, identique peut-être aux particules positivement chargées. L'auteur étudie enfin la déviation électro-statique de cette luminescence. M. **Goldstein** présente une remarque suivant laquelle un mouvement ordonné dans la luminescence positive des tubes de Geissler a été décrit il y a déjà quelque temps par lui-même. A ce propos, il avait été conduit à admettre que la lumière positive des gaz fortement raréfiés se compose de rayons rectilignes se propageant de la cathode vers l'anode. Ces rayons, tout en montrant les mêmes phénomènes qualitatifs que les rayons cathodiques, présentaient une rigidité magnétique bien moindre. — M. G. E. **Lilienfeld** adresse une Note sur la dispersion anormale de l'effluve électrique dans la colonne positive. On sait que les raies spectrales émises par les tubes de Geissler sont, en général, irréversibles. L'auteur se pose la tâche de déterminer si, au moyen d'un dispositif aussi parfait que possible, on ne pourrait démontrer l'existence d'une dispersion anormale. Il détermine, à cet effet, la vitesse de la lumière dans la colonne positive de l'effluve pour des lumières homogènes appartenant à plusieurs régions du spectre, en observant les bandes d'interférences produites sur les deux plaques du réfractomètre interférenciel de Jamin. Ces expériences font voir que la vitesse de la lumière dans un gaz luminescent n'est influencée sensiblement que par l'échauffement dû au courant électrique et nullement par la luminescence du gaz. Aussi il ne peut y avoir de dispersion anormale. — M. G. C. **Schmidt** étudie l'émanation du phosphore. Il fait voir que, dans l'oxydation lente du phosphore, l'on ne produit tout au plus que des traces d'ions. La conductibilité provoquée par l'oxydation du phosphore n'est qu'apparente; elle est

due à la convection de l'électricité par les produits d'oxydation solides et conducteurs de consistance nébuleuse. Les particules conductrices consistent en acides du phosphore. — M. **W. Biegon von Czudnochowski** décrit un dispositif construit par M. E. Ruhmer pour l'opération intermittente d'une bobine d'induction, à interrupteur fonctionnant automatiquement, sans pile accessoire pour actionner ce dernier.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 24 Novembre 1906 (fin).

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **M. Weber** : *La faune ichthyologique de la Nouvelle-Guinée.* Communication de quelques résultats obtenus par M. **F. W. R. Koch**, médecin de l'Expédition néerlandaise vers la Nouvelle-Guinée en 1903. — Rapport de MM. J. M. van Bemmelen, K. Martin et G. A. F. Molengraaff sur une étude de M. **H. G. Jonker** : « Lijst van geschriften, welke handelen over of van belang zyn voor de geologie van Nederland, 1734-1906 » (Liste des publications sur la géologie des Pays-Bas, 1734-1906). Cette étude va paraître dans les Mémoires de l'Académie. — M. C. Winkler présente au nom de M. **J. W. Langelaan** : « *On congenital ataxia in a cat* » (Sur l'ataxie congénitale d'un chat). Sont nommés rapporteurs MM. C. Winkler et Th. Place.

Séance du 29 Décembre 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen communique un post-scriptum de la main de M. **J. A. C. Oudemans** à la dernière partie de l'étude sur les occultations et les éclipses des satellites de Jupiter (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 88). — Ensuite M. **Bakhuyzen** fait un discours à la mémoire de M. J. A. C. Oudemans, né le 16 décembre 1827, décédé en décembre 1906, depuis 1856 professeur d'Astronomie à l'Université d'Utrecht. — M. Schoute présente au nom de M. **F. Schuh** : *Sur le lieu des couples de points communs et l'enveloppe des cordes communes de courbes de trois faisceaux.* Seconde partie : Application des résultats généraux de la première partie (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 88) au cas spécial de trois faisceaux de coniques. Le lieu L^{15} et l'enveloppe E^6 du cas général; le lieu L^5 et l'enveloppe E^2 du cas des faisceaux ABCD, ABEF, CDGH; étude de plusieurs cas encore plus spéciaux. — Ensuite M. Schoute présente, encore au nom de M. **F. Schuh** : *Sur le lieu des couples de points communs de surfaces de quatre faisceaux.* Dans le cas général, la surface en question est de l'ordre $4(rstu+1)-2(r+s+t+u)$, r, s, t, u représentant les ordres des quatre faisceaux de surfaces. Influence de plusieurs particularités, que les courbes de base de deux, de trois ou des quatre faisceaux admettent des points communs. — Enfin, M. Schoute présente au nom de M. **W. A. Wythoff** : *La règle de Néper dans l'espace quadridimensional.* Si l'on considère comme éléments d'un triangle sphérique $A_1A_2A_3$, rectangle en A_2, l'hypothénuse a_2, les deux angles A_1, A_3 et les compléments

$$\frac{1}{2}\pi - a_1,\ \frac{1}{2}\pi - a_3$$

des côtés a_1, a_3, chaque formule du triangle sphérique rectangle admet la substitution cyclique :

$$\left(A_3,\ \frac{1}{2}\pi - a_3,\ a_2,\ \frac{1}{2}\pi - a_1,\ A_1\right).$$

Ici cette règle mnémonique de Néper est étendue à l'espace à quatre dimensions, au tétraèdre hypersphérique $A_1A_2A_3A_4$ birectangle, les arêtes A_1A_2 et A_3A_4 étant respectivement normales aux faces $A_2A_3A_4$ et $A_1A_2A_3$. Ainsi les deux séries de cinq triangles sphériques rectangles dont les hypothénuses forment un quintangle sphérique sont remplacées par une série unique de douze tétraèdres opposés deux à deux, et la substitution cyclique est remplacée par une substitution à trois cycles. Rapport entre les volumes de deux quelconques des tétraèdres de la série nouvelle, etc.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. W. H. Julius communique au nom de M. **W. J. H. Moll** : *Recherches sur quelques spectres métalliques ultra-rouges.* Les spectres des divers métaux alcalins se prêtent, par suite de leur structure relativement simple, à l'étude de l'ultra-rouge; effectivement plusieurs observateurs ont cherché à déterminer les raies d'émission de ces métaux dans ce domaine. Pour la première partie du domaine, il suffit de sensibiliser la plaque photographique (expériences de Lehmann et de Snow). Pour les parties plus éloignées, on ne connaît que les expériences de W. W. Coblentz, qui ont donné le résultat négatif que les métaux alcalins n'admettent pas d'émission spéciale au delà de 1,5 μ. Au contraire, l'auteur prouve l'existence de plusieurs raies d'émission de ces métaux au delà de cette limite. Ici il fait connaître la méthode dont il s'est servi. Ces résultats sont déposés dans cinq petits tableaux concernant Na, K, Rb, Cs et Hg. Les expériences avec le lithium n'ont pas donné de résultats plausibles. — M. **J. D. van der Waals** : *Une remarque sur la théorie de la surface ψ de mélanges binaires.* L'expérience intéressante de M. Kamerlingh Onnes sur un gaz coulant au fond d'un liquide (*Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 88) a dirigé de nouveau l'attention sur la direction de la tangente au point de plissement d'un mélange binaire. Autrefois, l'auteur a examiné la condition $\left(\frac{dv}{dx}\right) = \infty$, sous laquelle cette tangente est parallèle à l'axe des v. Ici il indique trois problèmes en rapport avec cette condition. Dans le premier, dominé par les équations :

$$\frac{d^2\psi}{dv^2} = 0,\ \frac{d^2\psi}{dx\,dv} = 0 \text{ et } \frac{d^3\psi}{dv^3} = 0,$$

le point considéré est le point critique du mélange indécomposable, et l'on trouve approximativement :

$$\frac{d.\log a}{d.\log b} = \frac{2}{3} \text{ ou } = \frac{5}{7},$$

suivant que b dépend ou ne dépend pas du volume. Alors les deux lignes

$$\frac{d^2\psi}{dx\,dv} = 0,\ \frac{d^2\psi}{dv^2} = 0$$

se coupent encore en deux points; le second problème s'occupe du cas de coïncidence de ces deux points et dépend des équations :

$$\frac{d^2\psi}{dv^2} = 0,\ \frac{d^2\psi}{dx\,dv} = 0,\ \left(\frac{d^3\psi}{dv^2\,dx}\right)^2 = \frac{d^3\psi}{dx^2\,dv}\cdot\frac{d^3\psi}{dv^3}.$$

Le troisième problème exige que la ligne

$$\frac{d^2\psi}{dv^2} = 0$$

possède un point double. Les trois problèmes analogues qu'on obtient en interchangeant v et x. Application au cas de l'hydrogène et de l'hélium. — Ensuite M. van der Waals présente, au nom de M. **O. Postma** : *Encore quelques remarques sur la quantité H et la distribution de la vitesse d'après Maxwell* (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVII, p. 304). Dans son article précédent, l'auteur a critiqué les démonstrations de la distribution de Maxwell comme l'état le plus probable d'un gaz données par L. Boltzmann et J. H. Jeans. Ici, il fait voir qu'une autre interprétation de l'analyse de ces savants lève les difficultés. Cette interprétation nouvelle s'accorde tout à fait avec les bases de la théorie de Gibbs dans sa « Statistical Mechanics » ; elle lui permet, en outre, de corriger la démonstration du théorème analogue pour un gaz non réglé, donnée

par L. Boltzmann dans son « Gastheorie », d'une erreur indiquée par C. H. Wind. — M. **H. Kamerlingh Onnes** présente, aussi au nom de M. **W. H. Keesom** : *Contribution à la connaissance de la surface ψ de van der Waals.* XII. Le coulage à fond de la phase gazeuse dans la phase fluide chez les mélanges binaires (comparez *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 88). 1. Introduction. Traitement du problème à l'aide des surfaces ψ d'énergie libre construites pour l'unité de poids du mélange sur les coordonnées x, v, t. Comme l'a remarqué van der Waals, les lois de stabilité et de coexistence des phases sont les mêmes pour ces surfaces-ci ψ et les surfaces ψ ordinaires se rapportant à la quantité moléculaire; les phases coexistantes correspondent aux points de contact du plan bitangent, roulant sur le pli de la surface. Donc il s'agit principalement de la projection de la connoïde et des cordes de contact connodales sur le plan xv. Les auteurs laissent hors de considération des cas plus particuliers; ils se bornent à des températures où l'apparition du pli longitudinal n'entraîne pas de perturbation. Pour le cas d'un gaz sans attraction ($T_{k_2}=0$), dont les molécules ont une certaine dimension, l'étude des surfaces ψ se simplifie. Provisoirement, on estime probable que l'hélium admet encore une certaine attraction. Néanmoins, le cas d'un gaz sans attraction est étudié à fond pour pouvoir comparer ce que les expériences se rapportant à des mélanges avec He produisent. 2. Pression et composition barotropiques. 3. Phénomènes barotropiques pendant la compression d'un mélange de composition donnée. 4. Perturbations par les attractions capillaires. 5. Remarques sur les expériences ultérieures avec l'hélium et l'hydrogène. XIII. Le coulage à fond et la réascension de la phase gazeuse dans la phase fluide chez les mélanges binaires. 1. Introduction. A. Sur les conditions de l'apparition d'un point de plissement barotropique. (*A suivre.*) — Ensuite M. **Kamerlingh Onnes** présente, aussi au nom de M. **C. Braak** : *Isothermes de gaz biatomiques et de leurs mélanges binaires.* VI. Isothermes de l'hydrogène entre — 104° C. et — 217° C. 1. Introduction. Les expériences dont il s'agit se rapportent à la recherche de l'équation

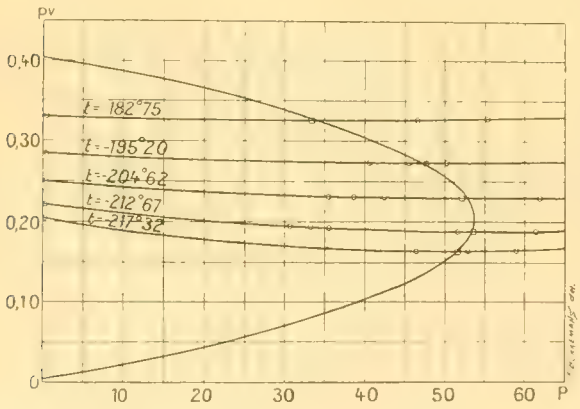


Fig. 1. — *Isothermes de l'hydrogène.*

d'état de l'hydrogène, étudiée depuis plusieurs années au Laboratoire de Physique de l'Université de Leyde (comparez *Rev. génér. des Sc.*, t. XII, p. 391). 2. Aperçu des appareils. 3. Le manomètre. 4. Les piézomètres et les appareils auxiliaires. 5. L'hydrogène. 6. Les températures. 7. Les expériences. 8. Calcul des expériences. 9. Aperçu d'une détermination. 10. Valeurs de pv_A. 11. Erreur probable d'une détermination. 12. Coefficients viriaux individuels provisoires. 13. Minima de pv. A l'aide de la méthode des moindres carrés, les auteurs trouvent la parabole $p=P_0+P_1(pv_A)+P_2(pv_A)^2$, où $P_0=-2.556$, $P_1=551,689$, $P_2=-1352,57$ (voir le diagramme ci-joint). Les données sur lesquelles la théorie des moindres carrés a été appliquée se trouvent réunies dans le petit tableau suivant :

TABLEAU I. — *Minima de pv.*

t_A	pv_A	d_A	p	O — C
— 182°,81	0,32630	102.24	33.36	— 0.09
— 195°,27	0.27318	174, 5	47.69	— 0.31
— 204°.70	0.22935	227.17	52.10	— 0.73
— 212°,76	0.18778	285.17	53.75	— 0.21
— 217°,41	0.16335	315.72	51.57	— 0.10

La dernière colonne fait connaître la différence entre les valeurs de p observées et calculées en atmosphères. Le sommet de la parabole, lieu des points minima des lignes pv, se trouve à une pression de 53,7 atmosphères correspondant à $T=63°,5$ par rapport au zéro absolu — 273°,09. — M. **A. F. Holleman** présente, aussi au nom de M. **G. L. Voerman** : *Les acides thiophéniques α et β.* Ces deux acides, trouvés en 1886 par V. Meyer, ont été obtenus par les auteurs à l'aide d'une méthode de préparation différente, qui donne surtout des quantités considérables de l'acide α. D'après les recherches de M. Vœrman, ces deux acides donnent une série continue de mélanges. Les points du commencement de la congélation peuvent être déterminés avec certitude, les points terminaux de la congélation seulement avec une incertitude de 0°,5 C.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **J. D. van der Waals** présente, au nom de **A. Pulle** : *Rapport sur mes recherches, faites pendant mon séjour au Jardin des plantes à Buitenzorg* (île de Java). — M. **H. Zwaardemaker** présente, aussi au nom de M. **P. Wolterson** : *Sur la relation quantitative entre l'irritation du « nervus vagus » et l'action du cœur.* Les expériences de M. Wolterson, dont les résultats vont paraître dans une thèse, ont porté sur la Tortue de marais (*Emys orbicularis*). Les conclusions de ce travail sont les suivantes : La chronotropie engendrée par l'irritation du nerf peut être réduite à une action catalytique négative sur un chimisme qui forme la base de la pulsation. Par analogie, l'inotropie se prête à une considération semblable; seulement, la possibilité de la démonstration fait défaut parce qu'à présent on ne peut pas accuser des temps de transformations égaux. Le nerf vague droit de la tortue admet deux espèces de fibres négativement chronotropes; le cœur de la tortue montre une sensibilité considérable pour l'inotropie du ventricule après l'excitation du vague; quelquefois le cœur échauffé montre un remuement, immédiatement après le retard principal causé par l'irritation. — M. **H. W. Beijerinck** présente la thèse de M. **N. L. Sohngen** : « Het ontstaan en verdwynen van waterstof en methaan onder den invloed van het dagelyksch leven » (La génération et la disparition de l'hydrogène sous l'influence de la vie organique). — M. **J. W. Moll** présente : « Mikrographie des Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten » (Description micrographique du bois des espèces d'arbres de Java), composée, sous la direction de M. Moll, par M. **H. H. Janssonius**.

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 4 28 FÉVRIER 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Ernesto Cesàro. — La Science a fait une grande perte dans la personne du mathématicien italien Cesàro, mort, il y a quelque temps, dans un dramatique accident, à la plage de Torre Annunziata, près de Naples, victime de son dévouement paternel.

Ernesto Cesàro naquit à Naples en 1859. C'est donc dans la force de l'âge, c'est dans la pleine maturité de son talent que la mort est venue le frapper. Si nous ajoutons qu'il fit paraître ses premiers travaux à l'âge de vingt-deux ans, que, deux ans plus tard, son Mémoire *sur diverses questions d'Arithmétique* mérita d'être publié par les soins de l'Académie de Liège, et qu'en 1892 Beltrami, dans un Rapport à la suite duquel Cesàro reçut la médaille d'or de la Société italienne des Sciences, énumérait plus de deux cents de ses travaux, nous aurons donné une idée de deux de ses qualités les plus remarquables : une précocité rare et une merveilleuse activité.

Ces heureuses dispositions reçurent leur première et, cependant, à peu près définitive orientation des maîtres de l'Université de Liège[1], où Cesàro vint faire ses études[2], et principalement de Catalan et de Neuberg. S'inspirant de leurs conseils, — peut-être aussi de ceux d'Hermite, qu'il avait eu le bonheur de connaître pendant sa vie d'étudiant et dont ses travaux attirèrent rapidement l'intérêt, — le jeune géomètre porta son attention sur la théorie des nombres et les lois asymptotiques si cachées auxquelles elle conduit : avant tout, sur la plus mystérieuse de toutes, la distribution des nombres premiers. Tchebycheff avait publié ses célèbres travaux sur cette question et obtenu, par sa puissante méthode, une expression approchée du produit des nombres premiers inférieurs à une quantité quelconque donnée.

Mais il n'avait pas poursuivi jusqu'au bout les conséquences de sa découverte; beaucoup de questions relatives à ce sujet restaient à élucider, beaucoup de résultats à préciser. C'est à cette tâche que se voua surtout Cesàro. C'est ainsi qu'il put resserrer notablement les limites indiquées par le géomètre russe : la formule d'approximation qu'il proposa, pour la substituer à celle de Tchebycheff, ne le cède en exactitude qu'à une seule autre, celle que fournissent les profondes méthodes de Riemann. C'est ainsi également qu'il parvint à démontrer l'expression obtenue empiriquement par Pervouchine pour le $n^{\text{ème}}$ nombre premier, et qu'on lui doit une évaluation asymptotique pour les produits si intéressants que l'on obtient en multipliant entre eux les facteurs de la forme $1 - \frac{1}{p}$ (où les p sont les nombres premiers consécutifs) et auxquels conduit naturellement l'étude de la fonction $\zeta(s)$ pour $s = 1$.

De telles recherches exigent une grande pénétration; elles ne peuvent être abordées sans une connaissance approfondie des propriétés des séries et font nécessairement intervenir une foule de questions asymptotiques délicates relatives aux suites infinies. Cesàro fit, dans ce domaine général, plusieurs découvertes importantes : il fut amené, en particulier, à introduire la notion de sommation moyenne, qui a joué un rôle important dans les recherches les plus récentes.

Grâce à ces dernières études, il put suivre le grand mouvement qui entraîna les mathématiciens de la fin du 19e siècle vers la théorie des fonctions. A cette tendance se rattachent, entre autres, des contributions à l'étude d'une série de Taylor sur son cercle de convergence et à celle du genre de la dérivée d'une fonction entière d'après les travaux de Laguerre.

De longue date, enfin, il sentit également la nécessité de faire évoluer la Science mathématique dans la direction des applications concrètes, et se consacra avec succès à plusieurs questions relatives aux déformations élastiques.

[1] Son frère, Joseph Cesàro, y occupe actuellement encore la chaire de Minéralogie.

[2] Il les avait commencées en vue de la carrière d'ingénieur. Mais sa passion pour la science pure, traversée cependant à cette époque par de graves embarras pécuniaires qui le forcèrent même à interrompre momentanément sa scolarité, fut la plus forte, et il s'y abandonna sans même acquérir le diplôme qu'il avait visé tout d'abord. Au reste, Cesàro aimait peu les examens : il offre un exemple typique de la crainte qu'ils peuvent parfois occasionner à quelques-uns de ceux qui donnent, par ailleurs, les preuves les plus éclatantes de supériorité scientifique.

Après avoir enseigné cinq ans à l'Université de Palerme, où il fut nommé presque d'emblée, à l'âge de vingt-sept ans, professeur titulaire, Cesàro revint (1891) à Naples, son pays natal, pour y occuper la chaire de Calcul infinitésimal. Outre ses travaux originaux, il laisse des traités très estimés sur l'Analyse, la Géométrie, la Théorie de l'Elasticité.

§ 2. — Astronomie

Castor, étoile quadruple. — Pendant longtemps, on a admis qu'un des plus beaux systèmes du ciel, Castor, était formé par deux composantes, de 2e et de 3e grandeurs, décrivant en 350 années une ellipse allongée autour de leur centre de gravité ; puis l'emploi de la spectroscopie permit d'étendre et de compléter ce système si curieux puisque, dès 1896, M. Belopolsky observait que la composante de 3e grandeur n'est elle-même qu'un système binaire, dont la révolution demande trois jours seulement. Et voici que, dans l'*Astrophysical Journal* (juin 1906), M. Curtiss, de Lick, annonce que la composante de 2e grandeur possède, elle aussi, un système orbital périodique de neuf jours, avec une excentricité considérable de 0,5, tandis que le système secondaire le moins brillant, défini à Poulkovo par M. Belopolsky, est sensiblement circulaire.

Pour avoir les dimensions de ces systèmes secondaires, il faudrait connaître les inclinaisons de leurs plans sur celui de l'orbite principale, point laissé dans l'ombre par les méthodes spectroscopiques; mais, si l'on veut admettre que ces plans coïncident, le principal étant défini par les observations visuelles de Castor, les *demi-grands axes* des systèmes secondaires peuvent être évalués à

1.667.000 kilomètres pour l'étoile de 2e grandeur
1.435.000 — — 3e —

Ces chiffres sont hypothétiques, certes : mais, à coup sûr, les orbites sont bien petites par rapport au système principal.

M. Curtiss, au reste, va plus loin : avec une parallaxe de 0″,05, il trouve une masse globale de 12,7 par rapport à celle du Soleil; comme nous l'avons déjà rencontré par ailleurs, le système le moins brillant, celui de l'étoile de 3e grandeur, l'emporte par sa masse, qui vaudrait six fois la somme des masses du compagnon le plus brillant.

Voilà un système de premier ordre par l'intérêt qu'il présente, les travaux qu'il suscitera, et les surprises qu'il nous réserve.

Action d'une masse intra-mercurielle sur la longitude de la Lune. — La théorie de la Lune est loin de concorder avec l'observation, qui a mis en évidence d'importantes perturbations ne pouvant, selon toute apparence, se rattacher aux actions des masses connues du système solaire. Si l'on veut, au reste, être utilement renseigné sur cette délicate théorie, il faut recourir aux excellents travaux de M. Andoyer; notamment, on pourra se faire une idée précise des desiderata actuels de la question en lisant l'ouvrage que cet auteur consacre à notre satellite dans la collection *Scientia*; mais, sans entrer ici dans les détails, nous pouvons rappeler que l'une des inégalités les mieux connues a une amplitude d'environ une demi-minute d'arc, avec une période évaluée à deux cent soixante-treize ans; d'autres, à coefficients plus faibles, sont également manifestes. Enfin, la valeur théorique de l'accélération séculaire n'est pas vérifiée par l'ensemble des observations d'anciennes éclipses.

Dans ces conditions, n'y a-t-il pas lieu de se demander si, parmi les causes capables de produire ces écarts entre le calcul et l'observation, il ne conviendrait pas de considérer l'action d'une masse voisine du Soleil?

Sans rien préjuger de l'existence d'un pareil corps, tel est le problème que s'est posé M. Saint-Blancat dans un travail important présenté à la Faculté des Sciences de Paris, comme thèse de doctorat, et qui paraîtra ultérieurement dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*. L'auteur, astronome adjoint à l'Observatoire de Toulouse, recherche donc l'ordre de grandeur des perturbations que pourrait occasionner sur la longitude de la Lune une planète intramercurielle convenablement placée : il s'agit uniquement, bien entendu, d'inégalités à longue période, les seules qui puissent être sensibles dans ce cas.

Les conclusions sont les suivantes : pour une trentaine d'orbites d'un tel astre, l'inégalité de deux cent soixante-treize ans de période pourrait être attribuée à une masse au plus égale à celle de Mercure; dans le cas de plusieurs orbites, la masse nécessaire serait voisine de celle de notre satellite; pour deux d'entre elles, la douzième partie de Mercure suffirait; enfin, des masses encore beaucoup plus faibles seraient susceptibles de fournir de fortes inégalités à très longue période.

L'explication des anomalies du mouvement de la Lune préoccupe les astronomes depuis un demi-siècle, et, dans l'état actuel, aucune tentative ne doit être négligée en vue d'une solution possible. Les recherches que nous venons de mentionner n'étaient pas superflues : bien mieux, le grand intérêt qu'elles présentent est hautement légitimé par les conclusions, car on voit bien quelle serait l'importance, au point de vue du mouvement de la Lune, de l'existence de faibles masses intramercurielles, réparties au moins sur certaines orbites bien déterminées.

Au point de vue analytique, M. de Saint-Blancat utilise aussi une méthode inédite, imaginée par M. Andoyer, qui s'est proposé de l'appliquer à un système formé de deux étoiles doubles : cette nouvelle forme de la fonction perturbatrice relative à l'action directe dispense, pour le cas d'une planète voisine du Soleil, de recourir aux formules d'action indirecte, et permet une vérification approchée de l'ensemble des calculs effectués par les méthodes ordinaires; en outre, elle fournit, sur un cas particulier bien limité, une comparaison très précieuse des résultats que peuvent donner et la méthode ordinaire et le nouveau procédé dont M. Andoyer se réserve de donner un exposé complet.

Ainsi, tant par les méthodes convergentes employées que par l'originalité des résultats, et par la solution plausible qu'il apporte à un problème délicat, et par les conséquences non encore examinées de l'existence de planètes intramercurielles, voie nouvelle et peut-être féconde, le travail de M. Saint-Blancat constitue un jalon, une étape précieuse pour les astronomes, et fait grand honneur à l'auteur et à l'activité scientifique de l'Observatoire de Toulouse.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Les récents progrès des moteurs à gaz et gazogènes. — M. G. Richard a fait récemment sur ce sujet, à la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, une communication dont nous extrayons les renseignements qui suivent :

L'application des moteurs à gaz à l'utilisation des gaz de hauts-fourneaux ne fait que s'étendre de plus en plus. On sait qu'elle a conduit à la création de moteurs d'une puissance qui eût semblé inabordable il y a quelques années seulement, et qu'on y est parvenu par de nombreux perfectionnements, dont le principal est l'abandon presque universel des types à simple effet ou ne donnant qu'un coup par cylindre tous les deux tours. Mais l'exécution de ces grands cylindres, deux fois plus actifs que ceux des anciennes machines, n'a pas été sans entraîner de grandes difficultés pour le refroidissement de leurs parois, de leurs culasses, et même de leurs pistons, l'exécution de stuffing box étanches et durables, et enfin la construction de soupapes de distribution, celles de l'échappement surtout, sensibles au régulateur, convenablement refroidies

pour ne pas se brûler ni se gauchir et disposées de manière à permettre un accès et un entretien faciles. Ces difficultés, ainsi que celles de l'allumage et du réglage, de la mise en train et aussi du nettoyage des gaz, ne sont pas encore entièrement vaincues, mais elles sont suffisamment résolues néanmoins pour que ces moteurs puissent être considérés comme absolument pratiques[1].

Parallèlement au développement de ces moteurs, il convient de signaler celui des gazogènes destinés à les alimenter, principalement des gazogènes à aspiration, qui dispensent des gazomètres, débitent proportionnellement aux besoins du moteur et sans danger de fuites d'oxyde de carbone. La grande question, pour ces gazogènes, est de permettre l'emploi facile et sûr de charbons plus ou moins bitumeux, menus et de basse qualité[2], dont il faut empêcher le collage dans la cuve du gazogène et évacuer les goudrons soit par leur combustion dans le gazogène même, soit par des lavages. Le problème n'est pas encore complètement résolu, mais il progresse chaque jour par une série de tâtonnements expérimentaux[3]. D'autres perfectionnements, relatifs à la conservation des garnissages, au décrassage des grilles, à la récupération des chaleurs perdues, s'effectuent chaque jour, de sorte que ces gazogènes sont actuellement des appareils qui, avec des anthracites, du coke et des charbons maigres, marchent avec autant de sécurité et de simplicité que les chaudières à vapeur, et qu'on n'hésite pas à leur confier le sort de très vastes entreprises, telles que la distribution d'électricité à Madrid, un peu osée peut-être, avec ses cinq moteurs de 2.000 chevaux, et ses gazomètres à récupération d'ammoniaque[4].

La machine à vapeur subit donc actuellement, de ces moteurs, un rude assaut, justifié par ce fait qu'ils ne dépensent guère plus de 450 à 500 grammes de charbon, même pour des petites puissances d'une dizaine de chevaux; mais il serait présomptueux d'en conclure à la disparition prochaine des machines à vapeur. La question du meilleur type de moteur à adopter doit, en effet, être étudiée, dans chaque cas, non seulement au point de vue seul de l'économie de combustible, qui est loin, très souvent, d'être la dominante, mais aussi en raison de toutes sortes de considérations locales et particulières à chaque espèce, et qui rendent impossible toute solution générale d'une pareille question[5].

C'est ainsi que les applications de moteurs à gaz aux navires, malgré leurs avantages incontestables de sécurité et d'économie de combustible, ne se développent que très lentement[6]. La souplesse et la sûreté de manœuvre des machines à vapeur, qui ont en elles-mêmes leur changement de vitesse et leur changement de marche, compensent, en effet, largement, dès que l'on atteint des puissances d'une centaine de chevaux les avantages précités des moteurs à gaz, de sorte que les projets, très nombreux et fort ingénieux[1], élaborés pour la substitution de ces moteurs aux machines à vapeur sur les grands navires, sont encore à l'état d'hypothèse.

Le progrès des applications des moteurs à la petite navigation marche, au contraire, avec plus de rapidité, en dehors, bien entendu, de l'automobilisme, parce qu'ils présentent, dans certains cas, comme pour les sous-marins et les petits torpilleurs[2], des avantages tout particuliers.

[1] *Revue de Mécanique*, mars et octobre 1906.

[2] On peut employer même du lignite à 4.800 calories, qui donne le cheval-heure pour 0k,7 (Neumann).

[3] *Revue de Mécanique*, juillet 1906, p. 67.

[4] A côté de ces grandes installations, signalons les applications des gazogènes aux locomobiles, notamment celles de la Société allemande de Hanovre (Deutsche Sanggas Locomobile Werke) qui vont de 10 à 30 chevaux. Les locomobiles à gazogènes de 15 chevaux dépensent par cheval-heure 0k,6 d'anthracite environ.

[5] Voir *Revue de Mécanique*, décembre 1906, p. 513-544, l'étude de M. Mathot « sur les moteurs à combustion interne et les moteurs à vapeur ». On est d'ailleurs descendu, avec la surchauffe, à des dépenses de 450 grammes de charbon par cheval indiqué pour une machine à vapeur de 500 chevaux. A signaler aussi un essai de Barrus avec un gazogène de 100 chevaux où l'on aurait réalisé une économie de 38 % (0k,50 au lieu de 0k,8 d'anthracite par cheval effectif) en remplaçant l'injection d'eau au gazogène par celle d'une partie des gaz d'échappement du moteur (*Cassiers Magazine*, septembre 1906). A l'usine Menier, à Noisiel, on serait arrivé à utiliser des déchets agricoles dans un gazogène Richet au prix de 0 fr. 043 par cheval-heure.

[6] *Bulletin de la Soc. d'Encourag.* de décembre 1905, p. 1509, et mai 1906, p. 588.

§ 4. — Electricité industrielle

Expériences de téléphonie sans fil. — On se rappelle les belles expériences faites, il y a quelques années, par M. E. Ruhmer, à Berlin, dans le domaine encore si peu exploré de la téléphonie sans fil[3]. L'expérimentateur allemand se servait d'un dispositif comprenant, à la station de départ, un projecteur au foyer duquel se trouvait un arc voltaïque dit *chantant*, inséré dans le circuit d'un microphone, et, à la station de réception, un autre projecteur, au foyer duquel était placée une pile à sélénium faisant partie d'un circuit téléphonique. Les ondes acoustiques des mots prononcés devant le microphone produisaient, au moyen des oscillations de courant concomitantes, des fluctuations d'intensité lumineuse de l'arc chantant, et les rayons d'intensité variable émanant du projecteur de départ, après avoir frappé le projecteur disposé à la station d'arrivée, étaient concentrés sur la pile à sélénium dont ils modifiaient la résistance électrique au fur et à mesure des variations d'intensité du courant microphonique. Les variations de résistance de la pile à sélénium se traduisaient, enfin, par des modifications correspondantes de l'intensité du courant traversant le téléphone, dont la membrane reproduisait ainsi les vibrations acoustiques frappant la membrane du microphone de départ.

Le système précédent ne se prête qu'aux communications entre deux stations mutuellement visibles, donc disposées à petite distance l'une de l'autre. Aussi beaucoup d'expérimentateurs ont-ils cherché à remplacer les ondes lumineuses par les ondes électriques, qui, dans la télégraphie sans fil, servent d'agent de transmission. En raison de l'impossibilité où l'on était de produire des oscillations électriques à amplitude constante, ces tentatives restèrent sans résultat. Or, M. Poulsen, à Copenhague, vient d'imaginer un procédé pour engendrer, au moyen d'un arc chantant plongé dans une atmosphère d'hydrogène, des ondes électriques non amorties se prêtant à un emploi dans la télégraphie sans fil[4]. D'autre part, la Compagnie de télégraphie sans fil « Telefunken », s'inspirant des résultats du savant danois, vient de mettre à l'étude un procédé analogue basé sur le refroidissement des électrodes de l'arc.

M. Ruhmer a su tirer parti de ce nouveau progrès de la radio-télégraphie dans des expériences de téléphonie sans fil à transmission par ondes électriques que nous allons décrire. En principe, il ne s'agit que d'imprimer aux ondes électriques des modulations correspondant aux caractères des ondes acoustiques pour rendre la voix humaine perceptible à la station d'arrivée dans la membrane d'un téléphone.

Le dispositif de transmission est un circuit vibratoire continuellement traversé par des oscillations électriques non amorties et qui est accouplé avec un système vibratoire ouvert (antenne), accordé par rapport au premier d'une façon analogue aux dispositifs de télégraphie sans fil.

[1] *Bulletin de la Soc. d'Encourag.* de mars 1905, p. 333.

[2] *Bulletin de la Soc. d'Encourag.* de novembre 1906.

[3] Voyez la *Revue* du 15 janvier 1904, p. 5.

[4] Voyex la *Revue* du 15 novembre 1906, p. 919.

Or, il y a deux moyens de modifier les vibrations électriques par la voix humaine, suivant que c'est, ou bien l'intensité, ou bien la longueur d'onde des vibrations qu'on fait varier, en émettant dans l'un et l'autre cas des ondes électriques dont les modulations correspondent aux caractères du langage, leur fréquence étant soit constante soit variable. A la station d'arrivée, on emploie, suivant la pratique générale de la télégraphie sans fil, un détecteur d'ondes sensible aux oscillations d'intensité, disposé en série avec le téléphone et la source de courant. Pour des longueurs d'onde constantes, une modification de l'intensité des ondes produit une variation correspondante de l'effet que subit le détecteur, tandis que, pour des longueurs d'onde variables, un nombre variable d'ondes agit sur le détecteur pendant des intervalles égaux; l'intensité des ondes restant constante, l'effet exercé sur le détecteur dépend du nombre des ondes qui le frappent.

Après ces considérations théoriques, nous donnerons quelques détails au sujet du dispositif employé par M. E. Ruhmer. Un arc chantant alimenté de courant continu à 220 volts et disposé, suivant le procédé de Poulsen, dans une atmosphère d'hydrogène, servait d'excitateur d'ondes. Le circuit vibratoire était constitué par une batterie de sept bouteilles de Leyde (d'une capacité de 0,02 microfarad), une self-induction réglable et la bobine primaire d'un transformateur de Tesla. Les deux circuits se trouvant à l'unisson, on pouvait maintenir entre les bornes secondaires du transformateur de Tesla un arc à flamme fort stable d'une longueur de plusieurs centimètres.

Au miroir tournant, cet arc voltaïque donne l'impression d'un arc à courant continu, sa fréquence (environ 300.000 par seconde) étant trop considérable pour le décomposer en décharges d'étincelles individuelles. D'une façon analogue, un tube d'oscillographe à effluve, inséré dans la bobine secondaire du transformateur et qui se prête parfaitement pour accorder l'un à l'autre les deux circuits vibratoires, présente une surface d'effluve d'une intensité uniforme, limitée par deux lignes parallèles à la ligne de zéro et équidistante par rapport à celle-ci.

Ce tube oscillographique permet également, par la grandeur de la déviation de l'effluve, de reconnaître l'influence exercée, sur l'intensité des vibrations électriques à amplitude constante, par la distance des électrodes et par l'intensité du courant d'alimentation. Cette observation engagea M. Ruhmer à influencer l'excitateur d'une façon analogue à l'arc chantant. La bobine de réaction, insérée d'abord dans le circuit d'alimentation pour empêcher une réaction des vibrations rapides sur le système à courant continu, fut remplacée par une bobine d'induction dont l'enroulement secondaire se trouvait en communication avec un microphone et une pile. Cette expérience a donné des résultats très satisfaisants, le tube oscillographique présentant, pendant les conversations faites devant le microphone, une bande d'effluve à franges correspondant aux vibrations acoustiques, et d'une luminosité variable, ce qui démontre que l'intensité des courants à haute fréquence dans la bobine secondaire du transformateur de Tesla subit des modifications correspondant aux vibrations acoustiques.

Il semble que le principe utilisé dans le présent dispositif participe à la fois de l'une et de l'autre des deux méthodes (modifications de l'intensité et de la longueur d'onde respectives des vibrations électriques) dont il vient d'être question.

Après avoir remplacé le tube oscillographique par l'arc à flamme alimenté de courants ondulatoires à haute fréquence, ce dernier s'est trouvé rendre fort distinctement chaque mot prononcé devant le microphone, avec une intensité dépassant même celle des arcs voltaïques « parlants ».

Les expériences jusqu'ici faites, limitées au laboratoire de l'inventeur, ont permis des transmissions très satisfaisantes à des distances d'environ 30 mètres, avec des antennes d'une longueur de 1m,3. M. Ruhmer ne doute pas de la réussite des expériences définitives qu'il se propose de faire avec un dispositif plus puissant et avec des antennes plus longues, et dans lesquelles il s'agira de franchir des distances de plusieurs kilomètres.

Alfred Gradenwitz.

§ 5. — Sciences médicales

La genèse de l'anthracose pulmonaire. — On sait que MM. Calmette, Vansteenberghe et Grysez ont conclu, de diverses expériences, que l'anthracose pulmonaire relève d'une origine digestive : le charbon, avalé, suivrait la voie des chylifères, des ganglions mésentériques et, de proche en proche, par la voie lymphatique, gagnerait les poumons. Plusieurs savants, parmi lesquels MM. Kuss, Lobstein, Basset, etc., se sont élevés contre cette manière de voir, n'ayant pu reproduire les faits observés par MM. Calmette et ses collaborateurs. Le Dr F. Feliziani[1] (de Rome) a entrepris, à son tour, une série d'expériences qui sont loin d'être favorables à cette théorie; en effet, sur plus de 20 cobayes adultes ou jeunes, soumis à l'ingestion répétée et massive d'encre de Chine, tantôt mêlée aux aliments, tantôt introduite par la sonde, aucun n'a présenté à l'autopsie de pigmentation anormale du poumon. Les ganglions mésentériques n'étaient pas non plus pigmentés et, sur les coupes de l'intestin, on voyait les particules de charbon adhérentes à la surface des cellules de la muqueuse, mais ne paraissant point pénétrer dans la profondeur.

Enfin quatre cobayes, soumis à l'injection intra-péritonéale d'une émulsion d'encre de Chine et sacrifiés après vingt-quatre et quarante-huit heures, ne montrèrent pas non plus d'anthracose pulmonaire.

Ces faits ne confirment donc pas la théorie de Calmette, appliquée d'abord à l'anthracose pulmonaire, puis à la tuberculose. Mais on doit se demander si l'on peut assimiler d'une manière absolue la poudre inerte qu'est le charbon au bacille de Koch, germe vivant, et en conclure à l'impossibilité d'une infection pulmonaire transmise par les voies digestives.

Ajoutons que la Société de Biologie vient de nommer une Commission, composée de MM. Borrel, Dastre, Henneguy, Letulle et Malassez, chargée de procéder à la vérification des faits qui ont été avancés sur le mécanisme de l'anthracose pulmonaire; de ses travaux sortira, sans doute, la solution de cet important problème.

§ 6. — Géographie et Colonisation

L'exploration du massif du Rouvenzori. — Le puissant massif qui émerge brusquement, entre le lac Albert-Nyanza au nord et le lac Albert-Édouard au sud, des profondeurs de l'un des grands « Graben » de l'Afrique occidentale, et qui étend ses assises sur 125 kilomètres du nord au sud et une centaine de l'est à l'ouest, a été, depuis plusieurs années, l'objet d'explorations multiples, dont les dernières, notamment celles qui ont eu lieu en 1906, ont été particulièrement importantes par leurs résultats géographiques et scientifiques.

Si le Rouvenzori (Le Roi des Nuages) semble bien représenter les montagnes de la Lune des anciens géographes, il faut reconnaître qu'il avait été longtemps oublié. Ce massif avait été probablement aperçu par sir S. Baker en 1864 et par Gessi en 1876; il avait été signalé en 1877 par Mason-Bey, mais ce fut Stanley le premier qui, en 1889, lors de sa retraite avec Emin-Pacha, put se faire une idée exacte de son importance. Un des adjoints de Stanley, Stairs, en tenta, comme on sait, l'ascension; mais il dut s'arrêter à 3.256 mètres d'altitude, bien au-dessous des premiers champs de neige; il estima que le sommet auquel il s'était

[1] *Il Policlinico*, 1906, n° 12, p. [illegible].

attaqué atteignait 3.059 mètres, mais ce n'était pas le point culminant du massif. Le Dr Stuhlmann, en 1891, ne put davantage atteindre la limite des neiges; il estima, cependant, être parvenu à une altitude de 4.064 mètres dans la partie orientale du massif. En 1892, le capitaine Lugard explora les terrasses orientales du Rouvenzori. G. F. Scott Elliot, en 1894, monta à 3.812 mètres sur le versant occidental, et à 3.965 mètres sur le versant oriental; il fit d'importantes études sur la géologie et la flore du massif.

Ce fut seulement en 1900 que MM. Moore et Fergusson atteignirent la région des neiges, à 4.545 mètres. La même tentative fut renouvelée avec succès, peu de temps après, par un fonctionnaire, M. Bagge. Mais ce fut le gouverneur général de l'Ouganda, Sir Harry Johnston, qui, dans sa remarquable exploration de 1900-1901, donna, le premier, des indications précises sur les caractères et l'importance du massif du Rouvenzori; il s'éleva à 4.514 mètres, et il pensa que l'altitude du point culminant n'était guère inférieure à 6.000 mètres[1]. En 1901, MM. Wylde et Ward dépassèrent de 150 mètres environ le point atteint par Sir Harry Johnston, et estimèrent que le plus haut sommet des monts Rouvenzori s'élevait à 5.700 mètres au moins. Ils ne pensaient pas qu'on pût jamais y arriver à cause des variations climatériques et des graves troubles physiques qu'elles provoquent[2]. Ce sont les mêmes difficultés qui arrêtèrent tous les voyageurs : les ouragans, la grêle, la neige et surtout les brouillards. De plus, au delà de 2.700 mètres et jusqu'à 4.000 mètres, le sol présente presque partout des espaces marécageux, dans lesquels on enfonce jusqu'aux genoux, et qui forment autour de la montagne une ceinture qu'on ne peut franchir à pied sec. Dans la dernière partie de l'ascension, il faut gravir, par une température glaciale, des murs verticaux de roche ou de glace.

Malgré ces difficultés, une nouvelle ascension fut tentée par le Rev. A. B. Fisher et sa femme, qui parvinrent à 4.520 mètres[3]; d'après cet explorateur, le plus haut sommet serait à 6.700 mètres. On ne peut manquer d'être frappé de l'écart que présentent les appréciations des divers voyageurs en ce qui touche l'altitude du point culminant du massif.

En 1904, le Dr J.-J. David, de Bâle, s'éleva jusqu'à un col neigeux, à 5.050 mètres, mais sans pouvoir dépasser ce point. Il évalua la hauteur du Rouvenzori à 5.400 ou 5.500 mètres au plus, altitude qui serait atteinte par trois pics appartenant à l'un des faîtes méridionaux du massif. Il y aurait cinq grandes masses neigeuses supérieures à 5.000 mètres et comptant une douzaine de pics. Le versant occidental est escarpé, tandis que le flanc oriental est sillonné de longues vallées qui descendent en gradins vers l'Ouganda. D'après l'explorateur, le Rouvenzori est le produit d'un soulèvement causé par une énorme pression latérale; mais il n'a pas un caractère volcanique et, du reste, son apparence extérieure n'est pas celle d'un volcan. On trouve, à sa base, du gneiss et, dans les vallées occidentales, de la quartzite, du granit micacé et des micaschistes. Le véritable nom du massif serait le Rounssoro, c'est-à-dire le « Producteur des pluies ». La partie du massif où se trouvent les trois pics culminants serait désignée, par les indigènes du versant occidental, du nom de Kokora[4].

MM. Douglas-W. Freshfield et A. L. Mumm firent à leur tour l'ascension du Rouvenzori en novembre 1905; mais, parvenus à 4.200 mètres, ils durent renoncer, à cause du mauvais temps, à pousser plus haut l'ascension. Comme le Dr David, W. Freshfield évalue aussi l'altitude du plus haut sommet à 5.500 mètres. Il déclare qu'on a beaucoup exagéré l'étendue des névés du Rouvenzori[1].

Trois expéditions importantes ont eu lieu en 1906. La première, en janvier, est celle de l'alpiniste autrichien Rudolf Grauer, accompagné de deux missionnaires anglais, MM. H. W. Tegart et H. E. Maddox. Elle arriva à 4.586 mètres et estima que la plus haute cime doit s'élever à 5.480 mètres environ. M. Grauer pensa avoir atteint la ligne de faîte du glacier du Moboukou, et il y découvrit une pointe de rocher qui domine de 12 mètres l'arête neigeuse et à laquelle il donna le nom de King Edwards Rock[2].

Une expédition anglaise, organisée en vue d'études zoologiques, sous les auspices du Musée d'Histoire naturelle de South Kensington, a fait ensuite, au mois d'avril 1906, l'ascension de plusieurs des sommets du Rouvenzori; elle comprenait MM. Woosnam et Carruthers et le Dr Wollaston qui, arrivés le 1er avril en haut du Douvoni, sommet nord-est du glacier Moboukou, gravirent l'un des deux pics que présente ce sommet, le pic méridional, dont l'altitude fut évaluée par eux à 4.843 mètres. Le 3 avril, les explorateurs atteignirent le sommet du Kiyanja, le pic le plus occidental du groupe du Moboukou, dont l'altitude fut trouvée être de 4.991 mètres. Ces deux pics avaient été considérés par plusieurs des précédents voyageurs comme les plus élevés de la chaîne, mais les explorateurs anglais aperçurent du sommet du Kiyanja, dans la direction du nord-nord-ouest, un pic d'une plus grande altitude terminé par deux pointes, qui se dressait sur un éperon de la ligne de faîte dominant la Semliki. Ils ne purent en faire l'ascension à cause des tempêtes de neige et du brouillard persistant[3].

Tandis que l'expédition italienne du duc des Abruzzes s'acheminait à son tour vers le massif, le lieutenant anglais T. T. Behrens, qui recherchait, d'après toutes les données existantes, les positions et les altitudes les plus probables des principaux pics neigeux du Rouvenzori, ainsi que l'allure vraisemblable de la ligne de faîte reliant ces sommets, signala lui aussi, en se fondant sur les documents trigonométriques de la Commission de délimitation anglo-allemande de 1903, l'existence d'un sommet à deux pointes, situé au nord-nord-ouest du massif et qu'il identifia avec le Kanyangoungoué de Stuhlmann; il accordait à ces deux pics les hauteurs respectives de 5.066 et 5.043 mètres[4]. Ces constatations, qui concordaient avec celles de l'expédition anglaise, se trouvèrent confirmées encore par le duc des Abruzzes qui, la même année, gravit les plus hauts pics du Rouvenzori, dont il acheva ainsi l'exploration.

Parti de Naples pour Mombasa le 16 avril 1906, le duc des Abruzzes emmenait avec lui le commandant Cagni, qui l'avait déjà accompagné dans son exploration arctique, le Dr Cavalli, le lieutenant de vaisseau Winspeare, l'alpiniste et photographe renommé Vittorio Sella, le Dr Roccati, géologue, deux guides et deux porteurs de la vallée d'Aoste, en tout douze Européens, et en plus tout le personnel indigène nécessaire. La caravane

[1] Sir Harry Johnston : The Uganda Protectorate, Ruwenzori, and the Semliki forest (*The Geographical Journal*, janvier 1902, p. 1-51).

[2] *The Geographical Journal*, janvier 1902, p. 86.

[3] Rev. A. B. Fisher : Western Uganda (*The Geographical Journal*, septembre 1904, p. 249-267).

[4] Prof. Paolo Revelli : Il Runssoro (Ruvenzori) secondo le esplorazioni del dott. J.-J. David (*Società Geografica italiana, Bollettino*, 1906, p. 354-365).

[1] Douglas W. Freshfield : A note on the Ruwenzori group (*The Geographical Journal*, mai 1906, p. 481-486); Du même : Ruwenzori and the frontier of Uganda (*Ibid.*, novembre 1906, p. 481-486); Du même : Ruwenzori (*Alpine Journal*, février 1906, p. 45-50).

[2] *The Geographical Journal*, mai 1906, p. 477-481; *Società Geografica italiana, Bollettino*, mai 1906, p. 515.

[3] *Alpine Journal*, mai 1906; *The Geographical Journal*, juin 1906, p. 616-618.

[4] Lieutenant T. T. Behrens : The snow-peaks of Ruwenzori (*The Geographical Journal*, juillet 1906, p. 43-50).

[5] A. F. R. Wollaston : Ruwenzori (*The Alpine Journal*, novembre 1906, p. 310-313). Duc des Abruzzes : The Snows of the Nile (*The Geographical Journal*, février 1907, p. 121-147, avec photographies et 1 carte hors texte).

partit d'Entebbe, capitale de l'Ouganda, le 14 mai. En quinze jours, elle arriva à Fort-Portal, au pied de la chaîne, d'où en huit jours elle monta à Bujongolo, à 3.798 mètres au-dessus du niveau de la mer, dans la partie supérieure de la vallée du Moboukou.

Le duc des Abruzzes réussit à faire l'ascension des principaux sommets de la chaîne, et notamment des deux plus élevés, inexplorés, qui se trouvent au nord-ouest du Kiyanja, et auxquels il donna les noms de Marguerite et d'Alexandra; les deux pics ont respectivement 16.816 et 16.750 pieds, soit 5.125 et 5.105 mètres. Le premier fut gravi le 18 juin. La position des deux pics coïncidait bien avec les indications de l'expédition anglaise et du lieutenant Behrens; les points culminants du Rouvenzori avaient été gravis. Si leur altitude est moindre que celle supposée par quelques explorateurs, il faut reconnaître qu'elle avait été fort justement appréciée par la plupart des premiers voyageurs : Stanley, Stairs, Stuhlmann, Scott Elliot, Wylde, qui tous avaient attribué au Rouvenzori environ 5.100 mètres. Le duc fit encore l'ascension de plusieurs pics. Il établit l'altitude et la latitude des treize plus importants, tandis que M. Sella en prenait des photographies superbes.

Les recherches faites permirent de constater que la chaîne du Rouvenzori est composée de six massifs montagneux, séparés par des cols et hauts de 4.200 à 4.400 mètres. Le duc des Abruzzes leur donna les noms de Stanley, Speke, Baker, Emin, Gessi et Thomson; à ce dernier nom, la Société de Géographie de Londres a proposé de substituer celui de Louise de Savoie. Le groupe le plus élevé, le mont Stanley, comprend cinq sommets ayant tous environ 5.000 mètres et dont les plus élevés sont les pointes Marguerite et Alexandra; les trois autres sont les pics Hélène (16.388 pieds), Savoie (16.340 pieds) et Mœbius (16.214 pieds).

L'expédition rapporte des données précises sur le système des glaciers de la chaîne. La ligne de partage des eaux est également tracée, ainsi que la configuration des vallées descendant à l'est vers l'Ouganda et d'une partie de celles allant à l'ouest vers le Congo. Un affluent du Moboukou a été découvert, le Boujoukou, qui entaille par un profond bassin le cœur même de la chaîne et est formé par les eaux de fusion des principaux glaciers du mont Stanley; son importance est telle que l'on doit plutôt le considérer comme le cours d'eau principal et le Moboukou comme son tributaire. Le King Edwards Rock de M. Grauer ne serait qu'un gros « gendarme » sur l'arête secondaire qui sépare les deux ravins du Moboukou et du Boujoukou, et ne se trouverait pas sur la vraie ligne de faîte. Deux lacs furent rencontrés à 4.500 mètres. Grâce aux mesures d'angles prises par le duc et aux travaux de triangulation opérés par le commandant Cagni, la carte topographique de la région put être dressée.

De nombreux documents relatifs à la Géologie, à la Botanique et à la Zoologie ont été aussi rapportés. La théorie d'une origine volcanique du massif doit être entièrement écartée; sur un seul point on trouve des traces de veines de basalte dans une roche de gneiss. Un important phénomène géologique qui a été signalé dans le massif du Rouvenzori est le développement considérable de ses glaciers à l'époque glaciaire. Aujourd'hui, ils sont d'une étendue beaucoup moindre et tous en retrait; l'existence de moraines récentes à plusieurs centaines de yards du front de la glace actuelle prouve ce retrait avec évidence. Les glaciers qui descendent le plus bas sont ceux du Moboukou et du Semper, qui s'abaissent respectivement jusqu'à 13.682 et 14.335 pieds. Les plus vastes glaciers se trouvent sur les monts Stanley, Speke, Baker, et du côté oriental du Gessi.

La plus haute température a été observée sur le pic du roi Edouard : 6° C.; et la plus basse sur le pic de la reine Alexandra : — 3°,5 C. A Bujongolo, le thermomètre a varié de 10° à 0° C. La pluie devient invariablement de la neige à 14.100 pieds.

Dans les vallées du Moboukou et du Boujoukou, à environ 10.000 pieds, le climat est constamment chaud et humide, et on y trouve des mousses spéciales, des hépatiques et des lichens qui recouvrent le tronc des arbustes; la végétation est luxuriante et les espèces principales sont les bruyères, les lauriers, les orchidées, les fougères, les violettes, les renoncules, les géraniums, les chardons, etc. A environ 11.500 pieds, beaucoup de plantes de la région inférieure disparaissent, et à 12.000 pieds, dominent les bruyères, les lobelia, les séneçons, les mousses, les hépatiques, les lichens.

L'*Helichrysum* apparaît à 11.500 pieds et, ainsi que les séneçons, continue jusqu'aux glaciers. Sur les pics on trouve encore quelques mousses, des lichens et quelques petites plantes phanérogames naines qui rappellent la végétation des Alpes.

Gustave Regelsperger.

§ 7. — Enseignement

Personnel universitaire. — M. Caubet, docteur ès sciences, chef des travaux de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux, est nommé maître de Conférences de Physique (P. C. N.) à la dite Faculté.

M. Blanchard, professeur d'Histoire naturelle médicale à la Faculté de Médecine de Paris, est nommé professeur de Parasitologie et d'Histoire naturelle à la dite Faculté.

M. Pettit, docteur en médecine, chef du Laboratoire de Clinique chirurgicale, est nommé chef du Laboratoire de Clinique des maladies des voies urinaires (Section de Bactériologie et d'Histologie).

M. Jolly, maître de Conférences au Laboratoire d'Histologie du Collège de France, est nommé chef du Laboratoire de Clinique chirurgicale en remplacement de M. Pettit.

M. Gonnessiat, astronome-adjoint à l'Observatoire de Lyon, est nommé astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.

M. Renan, astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris, est nommé astronome titulaire au dit établissement, en remplacement de M. Bossert, décédé.

Conservatoire des Arts-et-Métiers. — M. Bouquet, Conseiller d'Etat, directeur de l'Enseignement technique au Ministère du Commerce, est nommé Directeur du Conservatoire des Arts-et-Métiers, en remplacement de M. Chaudèze.

Bourses des Curie. — M. Liard, vice-recteur de l'Académie de Paris, a été informé par M. André Carnegie, qu'il mettait à la disposition de l'Université de Paris un capital dont le revenu, 12.500 francs, sera attribué, sous forme de bourses d'études, à des savants qui se proposent de faire des recherches dans le Laboratoire de Physique générale créé depuis quelques années pour Pierre Curie.

Suivant les intentions du donateur, le nom de Mme Curie sera associé à celui de son mari, et ces bourses porteront le nom de « Bourses des Curie » fondées par André Carnegie.

Elles pourront être accordées à des savants et des étudiants de toute nationalité, qui auront déjà fait preuve de mérite scientifique.

Cours de la Sorbonne. — M. Maurice d'Ocagne, professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, donnera à la Sorbonne, à partir du 1er mars, un cours libre de Calcul graphique et de Nomographie; ce cours aura lieu les mardis et vendredis à 5 h. 1/2.

M. Ch. Marie commencera également à partir du mercredi 13 mars, à 5 h. 1/4, un cours sur les applications de l'Electrochimie aux recherches et aux préparations de la Chimie minérale et organique.

L'ASTRONOMIE CHINOISE DANS L'ANTIQUITÉ

I. — Le texte du Yao-Tien.

Les documents que nous possédons sur les origines de la civilisation chinoise ne sont pas nombreux. Les fouilles préhistoriques n'ont pu être commencées nulle part. Les monuments, les inscriptions font totalement défaut. Les seules sources de nos connaissances sont donc celles qui découlent de l'antique littérature nationale.

La destruction des livres, ordonnée sous les *Ts'in* au IIIe siècle (av. J.-C.), a fait disparaître beaucoup de documents. Cependant, la proscription ayant été de courte durée, les classiques ont pu être reconstitués de mémoire. On en a aussi retrouvé dans des cachettes, et d'autres ouvrages ont été découverts dans un tombeau.

Le plus ancien des livres canoniques, le *Chou-King*, est un recueil de textes historiques, dont les premiers se rapportent à des souverains qui auraient précédé les dynasties, antérieurs par conséquent au XXIIIe siècle avant J.-C. d'après certaines chronologies chinoises. Mais les sinologues montrent que ces textes sont suspects. Au delà du XIIe siècle, les annales ne présentent plus de certitude. M. E. Chavannes estime que la durée attribuée aux deux premières dynasties (mille ans) est très surfaite. Quant aux souverains antérieurs, leur histoire est visiblement mythique.

Dans ces conditions, on conçoit que tout document susceptible de fournir un renseignement authentique sur ces temps nébuleux acquière une importance capitale. On ne saurait l'examiner avec trop de soin. Or, ce document existe : c'est un texte astronomique incorporé au premier chapitre (*Yao-Tien*) du *Chou-King*. Il indique les positions sidérales du Soleil pour les quatre dates cardinales de l'année correspondant au milieu de chaque saison[1] ; en principe, il fournit donc les éléments d'un calcul chronologique fondé sur la précession des équinoxes. En voici les passages essentiels :

Puis *Yao*[2] ordonna à *Hi* et à *Ho* d'observer avec attention le ciel majestueux et d'appliquer les méthodes du calcul au Soleil, à la Lune, aux constellations et aux syzygies de conjonction, puis d'indiquer avec soin au peuple les saisons.

... Le jour moyen et les constellations *Niao* servent à fixer le milieu du printemps.

... Le jour le plus long et les constellations *Ho* servent à fixer le milieu de l'été.

... La nuit moyenne et la constellation *Hiu* servent à fixer le milieu de l'automne.

... La nuit la plus longue et la constellation *Mao* servent à fixer le milieu de l'hiver...

L'année a 366 jours; par le moyen du mois intercalaire, on détermine les quatre saisons [1].

A première vue, ce texte ne paraît guère explicite. Il est muet sur les deux points essentiels : la position des étoiles et la position du Soleil.

Mais l'impression change lorsqu'on apprend, par les traditions continues de l'Astronomie chinoise, que ces éléments sont sous-entendus parce qu'il était inutile de formuler des règles bien connues, restées en vigueur jusqu'à nos jours.

L'Astronomie chinoise est fondée sur l'observation des passages au méridien. Il s'agit donc ici du passage au méridien des astres *Niao*, *Ho*, *Hiu*, *Mao*, aux quatre dates cardinales de l'année.

Il ne reste plus à connaître que l'*heure* à laquelle se rapportent ces passages pour avoir la position correspondante du Soleil. Mais les auteurs ne sont pas d'accord sur ce point, et c'est ce qui explique le peu de crédit accordé à ce document unique. L'interprétation à laquelle on s'est arrêté — et qui fait autorité actuellement — lui dénie d'ailleurs presque toute valeur chronologique.

Je me propose ici de démontrer que cette opinion de la critique moderne est complètement erronée; puis j'essayerai d'en établir une autre, sur des bases indiscutables.

II. — Identification des astres.

Il faut d'abord savoir, naturellement, à quels astres correspondent les quatre noms du texte. Cette identification est d'ailleurs certaine[2].

Il s'agit d'étoiles isolées et non de constellations.

Quand bien même la traduction des sinologues serait incontestable, une quadruple coïncidence établirait l'interprétation astronomique. En principe, une seule des propositions du texte suffit, en effet, à fonder une évaluation chronologique. La concordance des quatre propositions constitue donc un argument irréfutable.

[1] Les équinoxes et solstices marquent le *milieu* des saisons chinoises, non leur *origine*, ce qui d'ailleurs fournit une meilleure division météorologique de l'année.

[2] *Yao*, l'avant-dernier des souverains non héréditaires, est censé avoir régné de 2357 à 2255.

[1] Cette traduction, la plus récente, est de M. E. Chavannes, in : *Les mémoires historiques de Se-Ma-Ts'ien* (E. Leroux, éditeur, Paris, 1895, tome I, p. 43 et suiv.). L'éminent sinologue estime que la version du *Chou-King* incorporée à la compilation de l'historien chinois (au IIe siècle avant notre ère) présente plus de garanties d'authenticité que le texte même de ce livre tel qu'il nous est parvenu.

[2] Nous verrons plus loin que les termes *Niao* et *Ho* sont archaïques; on doit leur substituer les noms modernes *Sing* et *Fang*.

Les termes *Hiu*, *Mao*, etc., n'ont d'ailleurs jamais désigné des constellations, mais des divisions géométriques du ciel, des fuseaux horaires, comparables à des *quartiers d'orange*, dont le nombre a varié de 4 à 28 et qui étaient limitées par autant d'étoiles équatoriales dont elles portaient le nom :

... C c B b A a Z z Y y X x ...
mouvement ⟹ diurne

Ces divisions (A, B, C...) comprennent ainsi toute l'étendue du ciel qui défile entre le passage au méridien des étoiles correspondantes (*a*, *b*, *c*)[1]. Le même nom *Hiu*, *Mao*, etc., désigne donc l'*origine* et l'*étendue* de la division ; mais celle-là plutôt que celle-ci, car l'élément primitif, dans ce système, c'est le choix des étoiles équatoriales.

Depuis lors, ces mêmes étoiles sont restées continuellement en usage pour repérer les positions célestes. L'esprit traditionaliste des Chinois en est une première garantie. D'autre part, des commentaires antérieurs à l'ère chrétienne affirment que les 4 étoiles de notre texte se trouvaient équidistantes sur l'Equateur à l'époque de *Yao* et qu'elles indiquaient alors les positions cardinales du Soleil, dont elles se sont progressivement écartées dans la suite. Ce témoignage prouve la continuité de la tradition, puisque la découverte de la précession des équinoxes, en Chine, est bien postérieure.

Quant à l'équivalence des noms chinois dans notre propre nomenclature, elle ne fait pas non plus de doute. En 1683, l'empereur *Kang-Hi* chargea les missionnaires jésuites de mesurer les coordonnées de ces étoiles pour les insérer dans sa célèbre encyclopédie. Le P. Gaubil renouvela cette opération en 1726. Enfin, ces identifications concordent avec celle des Japonais basée sur leurs plus anciens catalogues.

III. — Opinion du Dr Legge.

Le célèbre sinologue anglais a incorporé à sa traduction du *Chou-King* (1879) un graphique établi par l'astronome Pritchard, pour démontrer l'exactitude des indications de *Yao* qui vérifient, dit-il, l'état du ciel aux environs de l'an 2.300. Mais à quelle heure, suivant le Dr Legge, ces indications se rapportent-elles ?

« Il a toujours été affirmé par les lettrés chinois — assure-t-il — que, lorsque *Yao* dit : *l'étoile du milieu du printemps est dans Niao*, cela signifie l'étoile qui culmine à la tombée de la nuit (*at dusk*) en cette saison[2]. » Voilà qui nous plonge dans l'incertitude, car la tombée de la nuit est une heure bien vague et celle de l'apparition des étoiles varie suivant leur éclat. Or, les étoiles du texte (sauf une de 2e) sont de 3e et 4e grandeurs. Mais nous sommes tirés d'embarras par le docteur lui-même, qui, abandonnant l'heure de la visibilité des étoiles, lui substitue bientôt celle du coucher du Soleil, sans autre explication.

C'est là une indication plus précise, encore qu'on ne comprenne pas bien comment les Chinois pouvaient observer les étoiles à ce moment où elles sont invisibles. Le Dr Legge se montre néanmoins très satisfait du résultat des vérifications dans lesquelles il guide le lecteur : « On voit, dit-il, que l'étoile se trouve en effet *peu éloignée* du méridien, ce qui s'accorde avec les indications du texte. »

Il serait préférable de poser quelques chiffres. La graduation du graphique indique les heures suivantes :

LATITUDE : 36°	PRINTEMPS	ÉTÉ	AUTOMNE	HIVER
Coucher du Soleil .	6h	7h20m	6h	4h40m
Passage de l'étoile.	5h50m	6h05m	5h39m	5h55m
Écarts.	—10m	+75m	—21m	—75m

La précession des équinoxes étant de 5 minutes par siècle (environ[1]), ces écarts montrent que les indications du texte concorderaient avec le coucher du Soleil aux dates suivantes — 2.100 — 800 — 1.900 — 3.800 (le graphique étant établi pour l'an — 2.300). Trente siècles d'incertitude, voilà qui est peu satisfaisant ! Mais remarquons que ces écarts énormes sont symétriques, comme les heures du coucher du Soleil ; et que, si l'heure sous-entendue par le texte n'est pas celle indiquée par le Dr Legge, mais bien 6 heures du soir, tout s'explique. Les résultats deviendraient alors plus concordants : — 2.100 — 2.400 — 1.900 — 2.200.

Continuons cependant notre enquête.

IV. — Opinion du Professeur Russell.

Le Dr Legge n'était pas astronome. Mais, après lui, la question a été reprise par M. S. M. Russell, professeur d'Astronomie au *T'ong-wen-koan* à Pékin[2]. A la source des renseignements indigènes, cet auteur était bien placé pour fournir une solution définitive. Cependant, sa critique ne nous satisfait pas plus que celle du sinologue anglais. On s'attendait à y trouver un exposé des conditions tech-

[1] Ces divisions équatoriales sont appelées *sieou* (stations) ; leur amplitude, fort inégale, varie entre 3° et 30°. Biot a montré clairement leurs origines (*Journal des Savants*, 1840).

[2] *Sacred Books of the East*, vol. III, p. 24.

[1] Ce chiffre approximatif n'est valable que pour les astres situés sur l'écliptique. Les étoiles dont il s'agit se trouvant sur l'équateur, il y aurait lieu de calculer séparément pour chacune d'elles la valeur de la précession. Nous adopterons cependant la valeur moyenne de 5m par siècle, qui donne une idée très suffisante de l'amplitude du mouvement.

[2] *Journal of the Peking Oriental Society*, vol. II, n° 3.

niques et traditionnelles permettant d'établir l'*heure* des observations. Mais M. Russell entre tout de suite en matière en fixant simplement le délai minimum de visibilité des étoiles.

Certains peuples ont, en effet, déterminé la position sidérale du Soleil d'après la situation des étoiles au moment de leur apparition[1]. Mais ce procédé — basé sur le rapport assez vague de l'intensité lumineuse du Soleil avec son angle horaire — exige l'emploi des astres les plus brillants ; car la visibilité des étoiles de 3e et 4e grandeurs varie tellement avec l'état de l'atmosphère qu'on ne peut établir aucune évaluation horaire sur leur apparition. Or, M. Russell, ne tenant aucun compte de la faiblesse et de la diversité d'éclat des étoiles du texte, fixe uniformément leur délai de visibilité :

« *Niao* (l'étoile du printemps) ne pouvait avoir été observée, dit-il, avant $6^h\ 30^m$ du soir. A ce moment l'astre avait franchi, d'environ 10°, le méridien...[2].

« L'observation de *Ho* (été) ne pouvait avoir été faite — au plus tôt — avant 7 heures du soir ; l'étoile avait alors dépassé de 14° le méridien...

« *Hiu* (automne) n'avait pu être observée avant $6^h\ 30^m$. A ce moment, elle avait dépassé de 14° le méridien.

« *Mao* (hiver) avait été observée — au plus tôt — à $5^h\ 15^m$. L'astre se serait trouvé alors à 6° à l'est du méridien ».

La position des astres par rapport au méridien, d'après cette évaluation, aurait donc été + 10°, + 14°, + 14°, — 6°, alors que, d'après le texte, ces écarts devraient être nuls.

« Ainsi, conclut-il, *à l'exception du solstice d'hiver*, les directions de *Yao* pour déterminer le solstice d'été et les équinoxes conviendraient beaucoup mieux à une époque postérieure de *plusieurs* siècles. »

Sur quatre résultats, M. Russell en a trouvé trois à peu près concordants et un aberrant. Ils équivalent, en minutes de temps, à :

$$+40^m, +56^m, +56^m, -24^m.$$

Il élimine le dernier. Et il n'indique pas quel nombre de siècles serait nécessaire pour annuler les trois autres et les mettre d'accord avec le texte. Le calcul est facile cependant ; la précession étant de 5 minutes par siècle, il faudrait reporter le règne de *Yao* d'une dizaine de siècles plus tard, en pleine période historique !

« Il est évident toutefois, ajoute-t-il, que ces directions étaient seulement destinées à indiquer grossièrement les saisons pour les besoins de l'agriculture et ne sont d'aucune utilité (*of no use at all*) pour fixer la date du règne de *Yao*. Les heures auxquelles les observations étaient faites ne sont pas mentionnées ; dans ces conditions, la lenteur du mouvement de précession ne permet pas de lever l'incertitude, si ce n'est dans des limites très vagues. »

Mais un point reste à élucider. Comment se fait-il que M. Russell arrive à trouver des résultats concordants au solstice d'été et aux équinoxes, alors que le graphique du Dr Legge prouve que cette concordance est réalisée seulement par rapport à une heure constante (6^h) ? Il a dû commettre une erreur. En effet, il fixe à 7 heures l'observation de l'étoile de l'été alors que le Soleil, au solstice, se couche à $7^h\ 20^m$! Si nous rectifions le délai de visibilité, l'écart au solstice d'été prend une valeur symétrique de l'écart au solstice d'hiver. Dès lors, il n'y a plus aucune raison d'éliminer ce dernier ; et tout l'échafaudage des conclusions s'écroule.

V. — La quadrature de l'équateur.

Ce qui surprend dans les recherches de MM. Legge et Russell, c'est qu'ils poursuivent la solution du problème sans tenir compte des principes de l'Astronomie chinoise, dont la simplicité atteste cependant la lointaine origine. Cette omission est d'autant plus singulière qu'il s'agit d'un système d'étoiles fondamentales resté en usage depuis lors et dont la destination primitive est bien claire.

Les Chinois ayant porté dès le début leur attention sur la culmination des astres au méridien, il leur a fallu de bonne heure choisir des repères sidéraux pour noter les intervalles.

Dans notre propre Astronomie, grâce à la précision de nos instruments, nous pouvons compter la longitude équatoriale des astres (*ascension droite*) à partir d'un point de repère *unique* et *fictif*[1]. Mais les astronomes primitifs étaient obligés, naturellement, de choisir un point de repère *réel*, une étoile. Et, comme les étoiles équatoriales ne sont pas visibles toute la nuit ni toute l'année, ils furent conduits à en adopter plusieurs. Les Chinois eurent ainsi l'idée fort ingénieuse de choisir quatre repères sidéraux correspondant (*sur l'équateur*) aux quatre positions

[1] Avant l'invention des garde-temps, il n'y avait pas d'autre moyen d'effectuer cette observation, puisque le Soleil et les étoiles ne sont pas visibles simultanément.

[2] Cette position de l'astre ressort immédiatement de la différence des ascensions droites. Celle du Soleil, à l'équinoxe, est par définition de 0°. Celle de *Niao* (α de l'Hydre), au 24e siècle, était de $87°38' = 5\ h.\ 50$: elle passait donc au méridien 5 h. 50 après le Soleil, comme nous l'avons déjà vu d'après le graphique du Dr Legge. Donc, à 6 h. 30, elle avait passé depuis $40^m = 10°$.

[1] Le point vernal, à l'intersection de l'écliptique et de l'équateur.

cardinales du Soleil : ce sont les quatre étoiles de notre texte. De cette manière, ils avaient, chaque soir, un repère visible *à droite* du méridien. Ces quatre jalons, étant choisis à égale distance sur l'équateur, se succédaient de 6 heures en 6 heures au méridien dans la révolution *diurne* ; et ils se succédaient de trimestre en trimestre (aux mêmes heures) au méridien dans la révolution *annuelle*. Dans ce sens, le *Chou-King* peut dire que leur passage marque le changement des saisons : c'est là un simple corollaire du principe de cette quadrature. Mais sa véritable destination est de repérer les *ascensions droites*, de marquer l'origine des abscisses des astres mobiles.

VI. — Détermination des saisons.

Ce n'est pas ainsi que l'on a compris le texte, et je reconnais que le sens propre des mots *yi ting* justifie l'interprétation admise : les quatre étoiles, dit le *Yao-Tien*, « *servent à déterminer* » les saisons. On en a conclu que les Chinois avaient simplement noté la position des étoiles aux dates cardinales et que le retour des mêmes astres leur servait à déterminer ces dates. Mais alors, à quelle heure le passage de ces étoiles déterminatrices était-il observé ? Car, enfin, tous les astres défilent chaque jour au méridien, et si l'on ne spécifie pas d'heure il n'y a pas de détermination. Dans l'idée préconçue (et non formulée) que les Chinois ne possédaient pas de *garde-temps* à une époque si reculée, on répondait : au coucher du Soleil, à l'apparition des étoiles. Nous avons montré que ces deux hypothèses sont controuvées et que l'étoile de la saison passait à 6 heures du soir, heure artificielle que l'on ne peut connaître sans un instrument (clepsydre, horloge à eau).

« Mais, objectera-t-on, à 6 heures les étoiles sont invisibles. Comment donc pouvait-on les observer ? » — Précisément, on ne les observait pas. Le texte indique un principe théorique et non un procédé employé dans la pratique. C'est ce que je vais établir.

Les Chinois n'ont connu les anomalies solaires qu'à une époque relativement récente. Leur astronomie a toujours considéré le Soleil comme parcourant l'équateur (non l'écliptique) avec une vitesse *uniforme*. Le soleil chinois correspond donc à notre *soleil moyen*. C'est ce qui a valu à leur calendrier cette simplicité si pratique que les Jésuites ont « réformée » bien à tort au XVIIe siècle. Conformément à cette théorie, les saisons chinoises (à plus forte raison dans l'antiquité) divisaient l'année en quatre parties égales. Ce sont des saisons *moyennes*. Elles étaient donc déterminées par une simple opération arithmétique et non par une opération astronomique. Un seul élément est nécessaire pour établir le calendrier chinois : la date du solstice d'hiver. Par cette donnée, les limites des saisons sont immédiatement connues. Il n'y avait donc pas à attendre l'époque de ces limites pour les déterminer au moyen d'étoiles. Le texte, par ailleurs, nous montre les règles du calendrier traditionnel déjà constituées (lune intercalaire, etc.). Cela suffirait déjà à faire rejeter l'interprétation admise.

Mais il y a plus. Par suite des aberrations solaires, nos saisons *inégales* correspondent à des courses *égales* du Soleil sur l'équateur, tandis que les saisons *égales* des Chinois correspondent à des courses *inégales* du Soleil sur l'équateur. Si donc les quatre étoiles déterminatrices avaient été choisies, comme on le pense, de trimestre en trimestre, d'après leur concordance avec les saisons chinoises, leurs intervalles devraient refléter ces inégalités, ce qui n'est pas le cas. MM. Legge et Russell n'ont pas pensé à cela et vérifient le texte pour les valeurs 0°, 90°, 180°, 270° de la position du Soleil.

En définitive, c'est bien par rapport à ces valeurs qu'il convient de vérifier le texte. Mais, d'après leur propre interprétation, les critiques auraient dû le vérifier par rapport aux saisons chinoises. Or, les saisons vraies étant, dans l'antiquité, plus inégales encore que de nos jours, le calcul de la longitude du périgée est indispensable pour connaître les positions du Soleil correspondant aux saisons chinoises. Il est surprenant qu'aucun auteur n'ait fait ce calcul, ni mentionné la nécessité de le faire.

Quant à Biot, qui connaissait mieux que personne les principes du calendrier chinois, il serait incroyable qu'il n'ait pas vu leur incompatibilité avec le texte[1] ; mais, ne songeant pas à en déclarer la teneur inadmissible, il évite de poser le dilemme. Il s'en tire en s'abstenant de parler des équinoxes et en glissant, pour le solstice, une explication inacceptable :

« Le passage de *Fang*[2] six heures après le Soleil, dit-il, désignait le solstice d'été, ce qui s'accorde très bien avec les instructions de l'empereur ». Biot sait fort bien, cependant, qu'il ne s'agit pas du solstice, mais du milieu de l'été chinois ; et, s'il avait calculé la longitude du périgée, il aurait constaté qu'à cette date l'étoile convenable se trouve à plus de 5° en dehors de la division *Fang*, ce qui s'ac-

[1] Il ne faut pas oublier, cependant, que Biot n'a traité cette question du *Yao Tien* qu'accessoirement, dans les dernières pages de ses *Études sur l'Astronomie indienne et chinoise* (Paris, 1862). Il entreprit cet ouvrage à l'âge de quatre-vingt-sept ans et mourut avant d'en avoir pu corriger les épreuves.

[2] *Fang* correspond à *Ho* dans le texte (V. la note p. 135). Par erreur, Biot dit ici *Sing*.

corde très mal avec les instructions « de l'empereur ».

VII. — Opinion des astronomes chinois.

L'interprétation que je propose semble contraire à la teneur littérale du texte. Le passage suivant, emprunté au P. Gaubil[1], montre cependant qu'elle est conforme à l'opinion des anciens astronomes chinois :

« Je ne puis me dispenser de rapporter ce qu'on dit au temps des *Han* sur les quatre étoiles qui répondent aux quatre saisons; ce qu'ils écrivent là-dessus est sûrement antérieur à leur temps, comme il sera facile de le démontrer[2].

« Ils assurent qu'il s'agit des étoiles qui passent au méridien à midi, à minuit, à 6 heures du matin et 6 heures du soir... Qu'au temps de Yao, à 6 heures du soir, *Niao* passait par le méridien à l'équinoxe du printemps au-dessus de l'horizon, tandis que *Hiu* y passait au-dessous... » (III, p. 8). On voit qu'il ne s'agit pas d'observations trimestrielles *isolées*, mais d'une quadrature solidaire faisant concorder quatre fois par an la révolution diurne et la révolution annuelle. Le P. Gaubil, cependant, ne paraît pas avoir bien compris le précieux renseignement qu'il nous transmet, car il ajoute en note : « Je crois qu'on (*le texte*) ne parle que du passage au méridien à 6 heures du soir ». Il rappelle ainsi les interprètes chinois à la teneur littérale du texte, persuadé que l'astre était réellement observé pour déterminer la saison, et cela à une heure où les étoiles sont invisibles !

VIII. — La critique philologique du texte.

Il reste à savoir si notre interprétation, contraire au sens littéral de deux mots du texte, peut s'accorder avec la signification de l'ensemble.

Avant chacune des propositions sidérales, le *Chou-King* nous montre *Yao* envoyant en mission un astronome vers chacun des quatre points cardinaux de l'Empire et jusqu'au Tonkin ; le passage suivant donnera une idée suffisante du texte intégral, qui se reproduit d'une manière analogue et symétrique pour chacune des autres saisons :

« *Yao* ordonna spécialement au cadet des *Hi* de demeurer chez les *Yu-i*, pour y suivre avec attention le lever du Soleil et déterminer et promulguer partout ce qu'il faut faire au printemps. Le jour moyen et les constellations *Niao* servent à fixer le milieu du printemps. Le peuple alors se disperse; les oiseaux et les bêtes nourrissent ou sont petits[1]. »

Le souverain, on le voit, intervient bien pour envoyer les frères *Hi* et *Ho* en mission, mais rien n'indique positivement que les propositions relatives aux caractéristiques des saisons fassent partie de son discours. Néanmoins, les plus illustres sinologues, J. Legge, S. Julien, ont admis cette interprétation, qui est celle des commentateurs chinois portés à révérer dans *Yao* l'initiateur de toute science. Aussi ces préceptes sont-ils communément appelés « les Instructions de *Yao* ». L'empereur légendaire est censé indiquer à ses astronomes le moyen de déterminer les saisons.

Ce n'est pas tant cette interprétation — j'imagine — qui dérive du texte, que le texte lui-même qui, très anciennement, a été modelé sur cette interprétation. Cette tendance, d'ailleurs, a continué à se faire sentir jusqu'à nos jours; car, tandis que la version ci-dessus, transmise par l'historien *Se-Ma Ts'ien*, énonce d'une manière impersonnelle les propositions astronomiques, celle du *Chou-King* traditionnel dit : « O vous, *Hi* et *Ho* (sachez que) la révolution annuelle comporte trois cent soixante-six jours. » Voilà donc une modification vraisemblablement postérieure au IIe siècle avant J.-C., qui constitue l'unique motif formel d'attribuer à *Yao* l'énoncé de ces propositions. Puis, cette version s'étant enracinée, à la faveur de cette interpolation, dans l'esprit des sinologues, leurs traductions et leurs commentaires l'ont accentuée encore davantage. On pourrait en citer divers exemples, à partir du P. Gaubil; c'est ainsi que le Dr Legge traduit : « The day (said he) is of the medium length and the star is in Niao; you may thus determine mid-spring », alors que le texte dit simplement :

日中星鳥以定春中

(Le) jour moyen (et l')astre *Niao* servent (à) déterminer (du) printemps (le) milieu.

Nous aurons à critiquer plus loin la première partie de cette traduction; mais ce qu'il faut retenir ici, c'est que le second membre de la phrase, par l'adjonction arbitraire du pronom *you* (vous) et des mots *said he* (dit-il), fausse la teneur du texte en le plaçant formellement dans la bouche de *Yao*. Si le *Chou-King* venait encore une fois à disparaître et qu'il en subsistât seulement la traduction anglaise, la postérité pourrait croire que, dans cette phrase, *Yao* s'adressait explicitement à ses astronomes, alors que cette version ne reposerait que sur

[1] Les nombreux documents originaux recueillis par ce missionnaire forment le 2e volume des *Observations mathém.*, etc., du P. Souciet. Paris. 1732. Tomes II et III.

[2] En effet, les Chinois ne connaissant pas alors la précession, cette interprétation (en désaccord avec l'état de leur ciel) ne pouvait être que traditionnelle. La dynastie des Han a régné de —206 à +221.

[1] Chavannes, *op. cit.* p. 49.

une interpolation du XIXe siècle de l'ère chrétienne.

On voit par là combien fragile est l'interprétation du sens général du texte, comme l'objection que l'on en pourrait tirer contre la discussion astronomique. Les propositions sidérales, prises isolément, ont une signification certaine dont l'authenticité se démontre par les rapports mathématiques qu'elles révèlent. L'ensemble du texte, au contraire, n'a pas de valeur intrinsèque. Nous pourrions donc nous borner ici à récuser l'autorité de ce document hybride si un sinologue n'en avait dévoilé le mystère.

M. Chavannes, en effet, a montré que les passages mettant en cause le souverain sont des interpolations postérieures, car il est inadmissible que l'Empire ait eu, dès cette époque, les limites immenses qu'il atteignit seulement sous la 4e dynastie. Il faut admirer la sagacité avec laquelle le jeune historien, alors au début de son œuvre magistrale, a mis le doigt sur l'altération du texte, indépendamment de toute induction astronomique : « Il n'est pas difficile, dit-il, de reconnaître dans ce qui précède un vieux calendrier analogue au *Hia-Siao-Tcheng*... Ce débris de l'antiquité a été incorporé dans la légende de *Yao*, mais devait former à l'origine un tout indépendant[1] ».

Dès lors, tout s'explique. Si ces renseignements astronomiques proviennent d'un almanach, il est naturel d'y trouver associés la durée relative du jour et l'étoile de la saison, comme signes distinctifs des dates cardinales. Les mots « servent à déterminer » s'adressent au public, non à des techniciens.

D'ailleurs, le texte dit : « *Le jour moyen et* l'étoile Niao servent à déterminer le printemps ». Par conséquent, si l'on s'en tient à la lettre, il faut admettre que les Chinois « déterminaient » également les dates cardinales par la durée relative du jour, ce qui impliquerait des mesures horaires extrêmement précises. Remarquons, en outre, que le texte dit plus loin, en employant les *mêmes mots* : « Le mois intercalaire *sert à déterminer* les quatre saisons », alors que sa destination véritable est tout autre. Il faudrait donc admettre que les Chinois employaient simultanément trois procédés incompréhensibles pour déterminer les saisons, alors que nous savons fort bien qu'ils se servaient d'un quatrième, beaucoup plus simple : la division de l'année en quatre parties égales.

IX. — Valeur scientifique et chronologique de la quadrature.

Ayant ainsi établi la triple concordance astronomique, traditionnelle et littéraire de notre interprétation, il nous reste à évaluer la précision scientifique du document.

D'après le graphique du Dr Legge, les propositions sidérales du *Yao-Tien* se rapportent visiblement à 6 heures du soir, mais pas exactement. Il y a des écarts considérables. Mais il serait parfaitement illogique de considérer ces écarts comme des *erreurs* commises par les Chinois. Imagine-t-on que, si des astronomes modernes voulaient établir une quadrature analogue, il dépendrait d'eux de trouver des étoiles principales aux endroits convenables? Ils seraient bien obligés de se contenter de celles qui existent et n'arriveraient pas à diviser l'équateur en parties rigoureusement égales. En outre, les fondateurs de cette quadrature se sont imposé manifestement les règles suivantes :

1° Choisir des étoiles le plus près possible de l'équateur, où la vitesse du passage méridien est maxima. Plutôt que de se contenter d'une étoile bien placée en ascension droite, mais un peu éloignée de l'équateur, préférer une étoile mal placée en ascension droite, mais située sur l'équateur[1] ;

2° L'étoile à choisir doit se trouver *à droite* de la position qu'elle a à repérer. En effet, comme l'abscisse équatoriale se compte nécessairement dans le sens du déplacement du Soleil, *de droite à gauche*, cette étoile ne pourrait servir à repérer un point cardinal à sa droite, car alors ce dernier se trouverait englobé dans la division précédente.

Or, Biot, qui a reconstitué minutieusement tout le ciel chinois du vingt-quatrième siècle, a constaté, d'après ces deux règles, que les quatre étoiles de la quadrature sont fort bien choisies et « qu'un astronome moderne n'eût pu faire mieux » (*Journal des Savants*, 1840). Pour relever une erreur de la part des Chinois, il faudrait pouvoir montrer qu'ils avaient à leur disposition une étoile mieux située que celle qu'ils ont adoptée : or, tel n'est pas le cas.

La première de ces deux règles enlève toute valeur chronologique à la quadrature, puisqu'il en résulte que le choix des étoiles n'indique pas nécessairement la position cardinale du Soleil.

Mais la deuxième nous permet de supputer l'époque à laquelle cette quadrature a été établie, d'après cette condition que l'étoile devait se trouver originairement *à droite* de la position cardinale du Soleil; en d'autres termes, que son écart devait être positif et non négatif. Quoique l'étude de Biot ne fût pas destinée à cette recherche, mais seulement à réfuter les théories d'Ideler sur un prétendu zodiaque lunaire, elle va nous fournir la date d'origine de la quadrature; Biot avait calculé les

[1] *Op. cit.*, p. 49.

[1] C'est ainsi qu'ils ont dédaigné Régulus, qui repérait exactement le solstice *sur l'écliptique*, pour lui préférer une petite étoile équatoriale.

ascensions droites suivantes pour l'année 2.357 avant Jésus-Christ :

Niao.	α de l'Hydre. .	87°36′40″	+ 10ᵐ
Ho. .	π du Scorpion.	180°37′46″	— 2ᵐ5
Hiu .	β du Verseau .	263°14′22″	+ 27ᵐ
Mao .	η des Pléiades.	358°30′16″	+ 6ᵐ

La dernière colonne fournit les écarts (en temps) entre les étoiles et les positions cardinales du Soleil 0°, 90°, 180°, 270°. Puisque l'un de ces écarts a une valeur négative, c'est donc qu'en 2.357 la précession avait déjà commencé à désorganiser le système en faisant passer à gauche une étoile qui, selon la règle, devait se trouver, au début, à droite de la position qu'elle était destinée à repérer. A raison de 5 minutes par siècle, la quadrature aurait donc été établie — au plus tôt — vers l'an 2.400.

Sans doute, ces observations primitives ne sont pas infaillibles ; mais il convenait, pour la clarté de la discussion, d'en envisager d'abord le principe théorique ; examinons-en maintenant l'application.

Quoique Biot n'ait relevé aucune faute horaire dans le choix des étoiles, admettons 1° (= 4ᵐ) d'erreur ; supposons que les Chinois se soient trompés de deux jours dans la date du solstice d'hiver qui servit à orienter la quadrature, soit 2° (= 8ᵐ) ; ajoutons encore 3 minutes : cela fait un total de 15 minutes correspondant à la précession de trois siècles. En admettant donc que, par un concours fortuit assez improbable, toutes les erreurs se soient produites dans le même sens, la quadrature daterait, à la rigueur, de l'an 2.100.

Une autre conclusion, beaucoup plus indiscutable, qui résulte de notre interprétation, c'est qu'à cette époque les Chinois étaient en possession des deux instruments dont leur astronomie resta dans la suite tributaire : le gnomon et la clepsydre.

Pour faire concorder la quadrature avec les phases de l'année solaire, il était, en effet, nécessaire de fixer une date tropique : sans doute le solstice d'hiver, base du calendrier chinois. Ce peuple n'ayant jamais connu l'autre procédé de détermination tropique (par l'azimut équinoxial), c'est évidemment le gnomon qui a permis d'orienter la quadrature.

Ayant déterminé soigneusement la date du solstice par le moyen de l'ombre maxima, les astronomes ont réglé leurs clepsydres, ce jour-là, sur le passage du Soleil au méridien, à midi ; puis, à 6 heures du soir, ils ont noté quelle était l'étoile équatoriale passant au méridien : appelons-la B. Cette étoile va servir de point de départ à la quadrature. Successivement et en renouvelant maintes fois l'opération, ils ont jalonné l'équateur de 6 heures en 6 heures à partir de l'étoile B dans la révolution nocturne quotidienne ; ils ont ainsi désigné solidairement les étoiles correspondantes C, D et A. A est donc l'étoile en conjonction avec le Soleil au solstice d'hiver, mais alors c'est B qui passe au méridien à 6 heures du soir et va servir de repère aux diverses observations astronomiques effectuées dans le trimestre. De même, à l'équinoxe du printemps, le Soleil est en conjonction avec B, mais c'est C qui devient l'étoile de la saison, et ainsi de suite.

La clepsydre est indispensable pour l'établissement et *bien plus encore* pour l'utilisation de cette quadrature si ingénieuse. On pourrait à la rigueur choisir, sans *garde-temps*, des étoiles équidistantes sur l'équateur, en observant quelles sont celles (C et A) qui se lèvent et se couchent alors que B culmine au méridien. Mais à quoi servirait cette quadrature et quel rapport présenterait-elle avec le texte du *Chou-King*, si l'on ne disposait d'une évaluation horaire pour l'utiliser[1] ?

Je ne vois d'ailleurs pas pourquoi l'on se refuserait à admettre une invention aussi simple, de la part d'un peuple alors en possession d'une écriture, d'un calendrier et d'une philosophie sociale remarquables.

La clepsydre chinoise, à l'origine, consistait simplement en un réservoir laissant écouler l'eau goutte à goutte dans un récipient muni d'une tige graduée. Son maniement était une fonction héréditaire ; avec de l'expérience, cet instrument rudimentaire peut donner des résultats fort précis. Comme il est peu coûteux, rien n'empêchait d'en avoir plusieurs et de les comparer. On comprit alors l'utilité de remplacer au fur et à mesure l'eau écoulée, ce qui amena l'idée de maintenir constant le niveau du réservoir. Le *Tcheou-li* (antérieur à l'ère chrétienne) nous montre que la tige était alors mobile et qu'il existait un jeu de 48 graduations[2].

L'exactitude de cette quadrature peut paraître étonnante pour une époque si reculée. Elle est cependant indubitable, puisque ses inégalités correspondent toutes à des lacunes sidérales de l'équateur. Un *garde-temps* précis n'est pas nécessaire pour l'expliquer, car il ne s'agit pas d'observations fugitives, mais d'une mesure constamment renouvelable, destinée dans la pensée de ses auteurs à jalonner le ciel *ad sæcula sæculorum*. Il leur a suffi d'évaluer grossièrement la quantité d'eau écoulée en un quart de jour, puis de la rectifier de telle façon que l'opération renouvelée quatre fois amenât le retour du même astre au méridien.

[1] Les vingt étoiles fondamentales qui repéraient sur l'équateur la culmination des circumméridiennes auraient été également inutilisables sans la connaissance de leurs intervalles.

[2] La clepsydre sous les *Soui* était très perfectionnée ; elle

X. — Indications secondaires du texte[1].

L'évaluation grossière de la durée de l'année (366 jours) peut surprendre de la part d'astronomes en possession de repères sidéraux si précis. Dans un calendrier perpétuel, en une seule génération, cette erreur de $0^j,76$ aurait produit un retard de 23 jours équivalant à l'effet de la précession pendant 18 siècles ! Mais il faut se rappeler que le calendrier chinois considérait l'année comme une entité autonome, contrôlée par la détermination expérimentale du solstice d'hiver. L'évaluation de sa durée ne servait qu'à établir le calendrier en cours ; et pour cela, un nombre pair, assignant à chaque saison $91^j,5$, était plus commode qu'un nombre impair. Il paraît donc probable qu'*en principe* on admettait 366 jours, et qu'on retranchait un jour 3 fois sur 4 en attribuant seulement 29 jours à une lunaison de 30.

Ce nombre avait aussi l'avantage de simplifier la règle d'intercalation. Son douzième, en effet, est de $30^j,5$. La lunaison étant de $29^j,5$, cela donnait un jour de recul par mois lunaire.

XI. — La nomenclature antique.

Parmi les 28 divisions équatoriales dont la liste immuable a traversé les siècles, ne figurent pas les deux premiers termes, *Niao* et *Ho*, mentionnés par le document.

Leur interprétation soulève quelques difficultés ; si nous avons pu en faire abstraction jusqu'ici, c'est que les auteurs dont nous avons contesté les vues sont d'accord avec nous sur ce point que le texte désigne les étoiles déterminatrices des divisions *Sing* (Niao), *Fang* (Ho), *Hiu*, *Mao*.

Nous avons vu cependant que, dans sa traduction, M. Chavannes parle de *constellations* et même de *groupes* de constellations. Il y a lieu maintenant de préciser la portée de cette divergence d'interprétation.

Si ces observations antiques concernaient vraiment la culmination de groupes de constellations, elles seraient tellement vagues qu'il n'y aurait aucun parti à en tirer ; et l'on conçoit que, dans cette acception, M. Chavannes n'en fasse pas grand cas. Mais, indépendamment du texte, et quand bien même nous ne posséderions pas le *Chou-King*, le fait que, sur les 28 étoiles fondamentales, si inégalement réparties en général, il en est 4 qui jalonnent les positions cardinales du Soleil au XXIVe siècle, suffirait à établir l'existence, la précision et l'époque de la quadrature. Sans le secours des indications du *Chou-King*, personne — il est vrai — ne se fût avisé d'une telle découverte ; mais, puisqu'elle est faite, on peut au besoin considérer ce texte comme une simple confirmation de la preuve tirée de la répartition des *sieou*.

L'interprétation astronomique n'est donc pas en jeu. Il est intéressant néanmoins de savoir si le *Yao-Tien* parle réellement de constellations ; cela importe d'autant plus que les démonstrations purement astronomiques ont naturellement moins de prise sur l'esprit des sinologues si elles ne sont appuyées par quelque argument d'ordre historique.

Le texte dit uniformément : *sing Niao... sing Ho... sing Hiu... sing Mao...*, c'est-à-dire : l'étoile *Niao*... l'étoile *Ho*..., etc. Le mot *sing* désigne, en effet, un astre isolé, étoile ou planète.

Puisque la teneur littérale du texte est d'accord avec l'interprétation de l'Astronomie européenne, pourquoi donc les sinologues s'en écartent-ils pour traduire *sing* par « constellation » et même par « groupes de constellations » ? — Uniquement parce que d'anciens commentateurs estiment que *Niao* et *Ho* désignent des zones englobant plusieurs *sieou*. Et comme, en chinois, le pluriel est souvent sous-entendu[1], le mot *sing* (étoile) est alors supposé signifier *les étoiles* Niao... *les étoiles* Ho... On passe ainsi d'*étoile* à *étoiles*, puis à *constellation* et enfin à *constellations*.

Puisqu'on justifie cette extension par une raison étymologique, non astronomique, il n'y a, en tous cas, aucun motif de l'imposer également à *Hiu* et *Mao*, qui sont incontestablement des noms d'étoiles identifiés par les Jésuites avec β du Verseau et η des Pléiades. L'origine des *sieou* ne repose jamais sur la considération d'une figure spatiale[2]. Ils

---

comprenait quatre réservoirs superposés. Un instrument de ce genre existe dans une bonzerie de Canton. Il serait utile d'en avoir la description, que j'ai négligé de faire, n'en connaissant pas alors l'intérêt historique.

[1] Voir l'article complémentaire qui paraîtra sous peu dans le *T'oung Pao* (Leroux, éditeur).

[1] Le texte en fournit plus haut un exemple ; il dit que *Yao* ordonna d'observer 日月星 (le) soleil, (la) lune, (les) étoiles. M. Chavannes traduit ce dernier mot par *constellations*.

[2] Je ne suis même pas convaincu que le mot *sieou* ait désigné, au début, des zones spatiales ; de telle sorte que, même si le texte parlait de *sieou*, on pourrait encore soutenir qu'il désigne des astres isolés. L'orthographe de ce mot 宿 indique 百 cent 亻 hommes abrités sous un 宀 toit. Il peut signifier *auberge*, et l'on s'est appuyé sur ce fait pour l'assimiler aux *mansions* lunaires d'autres peuples. Sa composition idéographique semble justifier cette opinion, car on peut se représenter les étoiles d'un *sieou* comme abritées dans un même logement. Mais je ne crois pas que cette explication soit la bonne. L'auberge chinoise n'est pas un lieu de réunion, mais un relai, une halte. Exemple : l'auberge de Ho-Si-Wou, qui marque l'étape entre Tien-Tsin et Pékin. L'acception primitive de ce mot indique un corps de garde, un poste échelonné de distance en distance, un relai. Il correspond au latin *statio*

coupent en deux ou trois morceaux les constellations les mieux caractérisées, comme Orion, dont ils ne tiennent aucun compte, étant déterminés par des étoiles équatoriales repérant le passage méridien de certains astres remarquables. Plus on remonte dans le passé, par conséquent, plus le nom de la division s'applique spécialement à l'étoile qui lui a donné naissance. Et, puisque la teneur du texte, comme l'interprétation astronomique, postule « l'étoile *Hiu*.., l'étoile *Mao*... », on ne saurait étendre à ces deux termes l'objection relative aux deux autres.

Examinons maintenant cette objection, basée sur les commentaires chinois. Ceux-ci sont loin d'être unanimes. Nous avons vu, d'après le P. Gaubil, qui a compulsé tous les ouvrages spéciaux à une époque où l'on pouvait encore se les procurer, que les astronomes avaient conservé l'interprétation exacte concernant les « 4 étoiles qui répondent aux 4 saisons » ; et le missionnaire ajoute : « Cette interprétation des auteurs du temps des *Han* est généralement suivie par les astronomes et historiens des *Tsin*, *Tang*, *Song*, *Yuen*, *Ming* et ceux de la dynastie présente ; on le suppose au Tribunal des Mathématiques comme un point certain. » Les techniciens chinois connaissaient donc le véritable sens du document avant la découverte de la précession ; mais, comme ils n'étaient pas en mesure de le démontrer, il n'est pas surprenant que toutes sortes de théories contradictoires aient été émises pour expliquer un texte en désaccord avec l'état du ciel. Certaines d'entre elles se rapportent au coucher du Soleil, ce qui explique l'opinion du Dr Legge. Mais, comme le dit le P. Gaubil à propos d'un autre passage, ce qu'on voit de plus sûr dans ces commentaires, c'est que leurs auteurs étaient de bien mauvais astronomes.

Il faut prendre cependant en sérieuse considération les explications puisées par M. Chavannes dans la grande collection *Hoang*, *Ts'ing King Kie*. Elles nous fournissent sur la nomenclature antique des renseignements inédits provenant certainement d'une tradition directe [1].

Le ciel, d'après cette tradition, était primitivement divisé en quatre régions symbolisées par l'oiseau (*Niao*), le dragon, le tigre, la tortue. Or, on peut également induire de la théorie de Biot qu'il a dû exister une division en quatre quartiers, puisque les quatre étoiles tropiques ont une origine antérieure aux autres *sieou*.

Il faut remarquer, cependant, que les astres désignés par le texte ne sont pas situés à l'*origine*, mais au *milieu* des régions dont parlent les commentateurs. Cela s'explique très bien, car la métaphysique et le calendrier chinois considèrent le milieu de la saison comme la date fondamentale. Chaque saison étant supposée en corrélation avec un élément de la nature (bois, feu, métal, eau) et avec un point cardinal de l'horizon (est, sud, nord, ouest), l'effet maximum de ces influences occultes devait se faire sentir naturellement au milieu de la saison, non à sa limite. Il me paraît donc vraisemblable que, dans la terminologie antérieure à *Yao*, à l'origine de la quadrature destinée à fixer exactement le point cardinal des saisons, on eût désigné les quatre étoiles choisies par les noms *étoile bois*, *étoile feu*, etc..; ou par les noms *étoile oiseau*... *étoile tigre*..., etc. Le calcul de la précession nous a montré, en effet, que la quadrature avait été constituée à une époque *antérieure* à ce souverain, et la terminologie du texte confirme cette induction en établissant qu'au temps de *Yao* une partie des noms anciens était encore usitée (*Niao*, *Ho*), alors que d'autres noms avaient fait leur apparition par suite de la création récente d'un certain nombre de *sieou*.

Cette hypothèse me paraît corroborée par l'indication suivante : « Il n'y a pas à proprement parler de constellation *Ho*, dit M. Chavannes [1] ; le mot *ho* signifie feu, et, comme l'élément feu correspond au sud et par suite à l'été, on appelle *constellations feu* celles qui culminent au moment du solstice d'été ; on donne plus spécialement ce nom, parmi les sept constellations qui occupent la région du ciel symbolisée par le dragon, aux deux constellations centrales qui sont *Fang* et *Sin* ». Cette étymologie intéressante est visiblement altérée par l'ignorance des Chinois sur la genèse de leurs divisions. Il ne pouvait pas, en effet, exister sept *sieou* dans le quartier du Dragon, s'il est exact (comme cela me paraît démontré) que 4, sur 28, datent du XIIe siècle. D'autre part, l'amplitude de la division *Sin* n'était que de 3° seulement; un fuseau horaire s'étendant d'un pôle à l'autre et n'ayant que 3° à l'équateur ne saurait répondre à aucune constellation ; il provient manifestement de la segmentation d'une ancienne division, comprenant peut-être *Fang* et *Sin*, et qui a pu porter le nom *Ho* de l'étoile cardinale.

C'est là une simple supposition ; mais on voit qu'il n'y a pas de constellation *Sin* ; que d'anciens

(Cp. *statio militum*, Suétone). Il me paraît clair qu'il s'applique, dans ce sens, aux étoiles jalonnant l'équateur et non à leurs intervalles spatiaux. Comme notre mot *étape*, il a fini par désigner à la fois les stations et l'intervalle de ces stations.

[1] Le plus ancien de ces commentateurs *K'ong Ngan Kouo* jouit d'un grand prestige, non seulement comme descendant direct de Confucius, mais parce qu'il a pris une part importante à la reconstitution du *Chou-King*, dont un exemplaire antique fut découvert dans un mur de sa maison ancestrale (IIe siècle avant J.-C.).

[1] *Op. cit.*, p. 46.

noms ont dû certainement disparaître dans les segmentations successives ; que la tradition a conservé le souvenir d'une région *Ho* repérée par l'étoile cardinale ; enfin, que le texte disant *sing Ho* (l'étoile *Ho*), aucun renseignement positif ne prouve qu'il y ait là un contre-sens.

Le Dr Legge concilie la teneur littérale avec les commentaires en traduisant : « l'astre *est dans* Ho » ; il n'est guère probable que cet expédient rende compte de l'intention originelle du texte ; en tous cas, il n'y a aucune raison de l'étendre, comme il le fait, aux deux derniers termes *Hiu* et *Mao*.

En résumé, les commentateurs ont conservé une tradition authentique, mais incomplète, en faisant une distinction entre les deux premiers et les deux derniers termes. Les régions désignées autrefois par *Niao et Ho* ne sont pas équivalentes aux *sieou* postérieurs *Sing* et *Fang*. Les divisions primitives étaient repérées par une étoile placée *au centre* ; les divisions ultérieures, par une étoile placée à leur *droite* ; ce qui résulte de la destination respective de ces deux systèmes. On ne peut prouver que les termes *Niao*, *Ho*, aient désigné des étoiles, mais le contraire ne saurait non plus se démontrer.

Dans ces conditions, il me semble que la charge de faire la preuve incombe plutôt à qui s'écarte de la teneur du texte confirmée par l'interprétation astronomique.

XII. — Conclusion.

La destinée de ce document du *Chou-King* a été singulière. A l'origine, quelque scribe chargé de rédiger l'almanach officiel fit probablement un emploi peu judicieux de deux mots de sa langue ; ce simple fait a engagé dans une impasse les critiques modernes, tant chinois qu'européens. Plutôt que de dénoncer l'impropriété de ces termes, dont le texte fournit d'ailleurs un autre exemple probant, on a échafaudé des théories qui déniaient aux astronomes chinois toute précision technique, en les supposant néanmoins capables d'observer les étoiles en plein jour. La considération suivante suffit d'ailleurs à ruiner toute interprétation similaire : les étoiles dont il s'agit étant également distantes sur l'équateur, leur culmination ne peut concorder avec le coucher du Soleil, à moins de faire régner le bon roi *Yao* sur une contrée équatoriale.

L'opinion du Professeur Russell fait cependant autorité. Nous en voyons un indice dans l'appréciation suivante d'un historien peu porté cependant à accepter sans contrôle les idées reçues : « Les commentateurs ont accumulé autour de ce passage toute leur science astronomique. Il nous suffit de n'y voir que ce qui s'y trouve exprimé, à savoir que les Chinois avaient évalué la durée de l'année avec une assez grande approximation, en second lieu qu'ils avaient recours à l'artifice des mois intercalaires ».

Le savant traducteur — dont les travaux permettent actuellement à tout homme cultivé de se délecter à la lecture si attrayante du Tite-Live Chinois — tient donc pour négligeables les quatre propositions sidérales qui constituent, à mon avis, le plus étonnant, le plus précis et le plus ancien document scientifique de l'humanité.

Ce texte démontre que les Chinois, antérieurement à l'an 2.000, possédaient les instruments et la théorie complète de leur astronomie équatoriale ; et qu'au delà encore doit se trouver un long passé de tâtonnements et de progrès. Il faut donc reculer de dix siècles au moins les premières étapes de leur civilisation, telles qu'on les conçoit actuellement ; cela suffit à rendre vraisemblable la réalité des souverains légendaires qui précèdent les grandes dynasties.

La critique historique a montré, il est vrai, que les annales sont suspectes. Mais ses preuves sont purement dubitatives et n'entament pas la *possibilité* de ce passé. Les découvertes de ces dernières années en Grèce et en Egypte prouvent que les mythes peuvent recéler une histoire véridique. Le Juge des Enfers a réintégré son palais de Cnossos, et, dans la vallée du Nil, les dynasties divines ont pris rang parmi les mortels.

Au milieu des ténèbres qui voilent l'antiquité mystérieuse de la Chine, le texte du *Yao-Tien* nous découvre une scène topique. Une des terrasses du palais royal nous apparait distinctement : c'est la Tour des Mathématiques. Une lumière en détache le profil dans l'obscurité : à la lueur des lampes qui éclairent la graduation des clepsydres, des astronomes sont occupés à choisir quatre étoiles, alors également réparties sur l'équateur céleste, et dont la dispersion actuelle mesure la durée d'une histoire plus de quarante fois séculaire.

Léopold de Saussure.

LE MÉCANISME DE LA RÉGÉNÉRESCENCE NERVEUSE[1]

PREMIÈRE PARTIE : DÉGÉNÉRESCENCE ET RÉGÉNÉRESCENCE DES NERFS

Les cellules de notre organisme ne jouissent pas toutes d'une longévité égale. Comme on le sait, l'être vivant n'est qu'une fédération d'êtres élémentaires évoluant pour leur propre compte. Quelques-unes de ces cellules ont une existence tout à fait éphémère, tandis que d'autres ont une longévité aussi grande que l'organisme dont elles font partie. C'est ainsi que la couche épithéliale qui couvre notre corps est dans un continuel renouvellement, les cellules les plus superficielles représentant des cellules mortes ou en train de mourir. Il en est de même pour les cellules épithéliales de la plupart de nos muqueuses, qui meurent et se détachent tous les jours de notre organisme. Bien plus, il existe dans notre organisme des glandes dont les cellules se détruisent à la suite de leur fonctionnement. La glande mammaire représente, à cet égard, un exemple remarquable : en sécrétant le lait, des cellules glandulaires se consomment et meurent. En opposition avec ces éléments dont l'existence est éphémère, il y en a d'autres dont la vie est pour ainsi dire éternelle, car ils vivent aussi longtemps que l'organisme dont ils font partie : j'ai nommé la cellule nerveuse et le tissu musculaire. Des recherches multiples, expérimentales, et des études anatomo-pathologiques ont montré que la cellule nerveuse ne se multiplie pas après la naissance et qu'un centre nerveux détruit est incapable de se reproduire ; et précisément c'est à cette fixité de la cellule nerveuse qu'est due la persistance de certains souvenirs de la plus tendre enfance jusqu'à notre extrême veillesse.

C'est là également la raison de l'incurabilité des paralysies motrices ou sensitives après la destruction des centres nerveux. Si la masse de nos centres nerveux augmente considérablement après la naissance, cela ne dépend pas de l'augmentation numérique des cellules nerveuses, mais bien de leur volume. En effet, j'ai démontré, à l'aide de mensurations précises, que le volume des cellules nerveuses augmente constamment après la naissance et que cette augmentation intéresse les éléments constitutifs de la cellule : corps cellulaire, noyau, nucléole et prolongements. Elle s'arrête vers l'âge de trente ans.

Quelques auteurs, et récemment Ciaccio[2], ont admis la multiplication des cellules après la naissance. Ce dernier aurait trouvé dans le cerveau de la souris, en outre des cellules à type adulte, d'autres cellules embryonnaires, occupant en grande partie la couche interne et externe de l'écorce cérébrale et aussi une petite partie de la couche pyramidale. Ces éléments sont pourvus d'un gros noyau ovalaire et d'une mince couche de protoplasma basophile : ce sont des neuroblastes. Leur rôle est de servir d'origine à des cellules nerveuses nouvelles par division amitotique. La division est asymétrique et, dans ce cas, à côté de gros noyaux bien constitués, on en voit d'autres plus petits. Le processus ne va presque jamais jusqu'à la division complète des cellules nerveuses en plusieurs cellules filles; il a pour conséquence la formation d'éléments à plusieurs noyaux. L'un d'entre eux deviendra le noyau de la future cellule nerveuse, tandis que les autres subissent le processus dégénératif et forment le protoplasma. L'auteur combat l'objection qu'il s'agisse là de cellules de névroglie, parce qu'il a pu observer des stades de transition entre ces éléments polynucléaires, les neuroblastes et les cellules nerveuses adultes. Puis, dit-il, si ces noyaux représentaient des cellules de névroglie ou des neuronophages, on ne pourrait pas s'expliquer leur présence dans les cellules nerveuses jeunes, étant donné que les neuronophages n'attaquent que des éléments vieillis. De ses recherches, l'auteur conclut que la cellule nerveuse n'est pas un élément perpétuel et que les cellules vieilles sont remplacées par des éléments peu différenciés, par un processus spécial.

L'opinion de M. Ciaccio ne saurait être admise sans conteste, car les faits observés par lui sont susceptibles d'une autre explication, et ses conclusions dépassent l'interprétation exacte des faits. Il est vrai qu'on peut rencontrer dans l'écorce des jeunes animaux, et même chez l'adulte, des cellules à plusieurs noyaux. Moi-même j'ai fait une constatation identique, même chez l'homme ; mais cela ne prouve pas que la division du noyau ait pour conséquence fatale celle du protoplasma. Chez l'embryon humain âgé de sept mois, on trouve constamment des cellules des ganglions sympathiques à noyaux multiples, et même chez l'homme adulte j'ai trouvé également des cellules à trois et quatre noyaux; de sorte que, pour nous, les cellules à plusieurs noyaux qu'on peut rencontrer chez l'animal adulte représentent des formes de divisions

[1] Cet article, entièrement rédigé, nous a été remis en novembre 1906 (Note de la Rédaction).

[2] Ciaccio : Sur la reproduction des cellules nerveuses *Revue neurol.*, 15 octobre 1906.

retardataires qui n'ont pas abouti à la multiplication des cellules. Quant à l'opinion de M. Ciaccio, à savoir que les noyaux sont destinés à la formation du protoplasma par deux processus dégénératifs différents, c'est là une hypothèse qui me semble hasardée.

Si les cellules nerveuses elles-mêmes ne sont pas capables de multiplication et de régénérescence, il n'en est pas de même de leurs prolongements nerveux. Ceux-ci, en effet, jouissent d'une grande capacité de régénérescence, que nous prouverons dans ce travail à l'aide de documents multiples. Mais, pour mieux saisir le mécanisme intime de la régénérescence, il faut d'abord étudier la phase qui en précède les premiers phénomènes.

I

Il est nécessaire, je pense, de faire précéder cette étude d'un court historique de la question : On sait que Waller, à la suite de nombreuses recherches expérimentales faites principalement sur les racines du onzième nerf cervical du chat et du chien, formula en 1856 la proposition suivante : Quand on interrompt un cordon nerveux de façon à empêcher sa régénération, le bout périphérique dégénère lorsqu'il est ainsi séparé de son centre trophique, tandis que le bout central, resté en rapport avec ce centre, demeure normal. Il a montré ensuite que les fibres dégénérées étaient l'objet d'un processus de régénérescence, aboutissant à la restauration anatomique et fonctionnelle du nerf sectionné. Waller pensait qu'à la suite de la section, tous les éléments du nerf, à savoir le cylindraxe, la myéline et la membrane de Schwann, subissent la dégénération et disparaissent complètement. Par conséquent, tout est détruit lorsque la régénération commence : les tubes nerveux de nouvelle formation n'empruntent absolument rien aux anciens.

L'opinion discordante de Schiff[1], qui avait affirmé qu'on ne doit pas parler d'une régénérescence des fibres du bout central parce que les cylindraxes ne disparaissent pas dans le bout périphérique après la section d'un nerf, n'a guère qu'une valeur historique. Les phénomènes morphologiques qui caractérisent la dégénérescence wallérienne ont été étudiés principalement par Ranvier[2], Vanlair[3], von Büngner[4], Strœbe[5], etc. ; mais les lésions fines du cylindraxe ont été décrites pour la première fois par Bethe et Monckeberg[6].

Ces auteurs ont observé que le premier phénomène de la dégénérescence, c'est la disparition de la colorabilité primaire des fibrilles du cylindraxe, qui coïncide avec la perte de l'excitabilité du nerf. Puis, on voit que les fibrilles ne sont pas étendues comme à l'état normal, mais montrent des flexuosités sur leur trajet et sont entremêlées. D'autre part, les neurofibrilles, au lieu d'être unies, présentent, par ci, par là, des épaississements granuleux. Le nombre de ces épaississements augmente et est suivi d'une destruction granuleuse des fibrilles. Puis, la substance périfibrillaire, au lieu d'être homogène, se remplit de fines granulations. Les grosses granulations provenant de la dégénérescence des fibrilles disparaissent. En ce qui concerne la dégénérescence de la myéline, Nasse avait déjà observé la fragmentation et la résolution de gros fragments en petits morceaux. Puis, Ranvier, Vanlair, von Büngner, etc., ont étudié de plus près ces modifications et ont montré comment les fragments de myéline se réduisent à la fin en petites boules ou même en gouttes qui siègent entre les restes du cylindraxe. Je donne à présent le résultat de mes recherches, faites à l'aide de la méthode de Cajal, sur la dégénérescence des nerfs périphériques consécutive à la section.

Les phénomènes morphologiques qui caractérisent la dégénérescence wallérienne sont variables, et leur aspect dépend de facteurs multiples, parmi lesquels il faut citer en première ligne l'intensité du traumatisme qui a déterminé la solution de continuité du nerf, l'âge de l'animal et le milieu où celui-ci a été conservé. Sans doute, l'intensité du traumatisme retentit tout d'abord sur les bouts du nerf sectionné. Quoi qu'il en soit, le premier phénomène qui apparaît aux extrémités du nerf sectionné, c'est l'accumulation de substances liquides qui produit une espèce de gonflement du cylindraxe et de la myéline. L'accumulation des substances interfibrillaires sur certains points du cylindraxe a pour conséquence de produire des modifications dans la structure de celui-ci. Il se produit tout d'abord, tout au moins dans quelques fibres, la dilatation des mailles du réseau existant à l'état normal dans le cylindraxe. Les travées primaires peuvent être épaissies, les ramifications secondaires sont ou ne sont pas visibles ; la désintégration et la dégénérescence granuleuse des neurofibrilles apparaissent ensuite.

A ce moment, le cylindraxe se fragmente en morceaux composés par une masse plus ou moins

[1] Schiff : Sur la dégénérescence paralytique des nerfs ; sur quelques conditions de la régénération des nerfs sectionnés. *Semaine médicale*, 1877, p. 262.

[2] Ranvier : Leçons sur l'histologie du système nerveux, 1873, p. 158.

[3] Vanlair : *Arch. de Phys. norm. et pathol.*, 1894.

[4] Von Bungner : *Zieglers Beiträge*, Bd. X (1891). Über die Degenerations und Regenerations-vorgänge aus Nerven nach Verletzungen.

[5] Stroebe : *Zieglers Beiträge*, Bd. XIII. Experimentelle Untersuchungen über Degeneration und Regeneration peripherer Nerven nach Verletzungen (1893).

[6] Bethe und Monckeberg : *Arch. f. mikr. Anat.*, t. LIV.

grande de granulations, certaines plus grosses, et d'autres plus fines. Je désigne du nom d'*axolyse* la dissolution des neuro-fibrilles du réseau du cylindraxe et leur transformation en une masse granuleuse. A mesure que la liquéfaction s'accuse, il apparaît dans le cylindraxe des granulations (fig. 1, A), des espèces de vacuoles ou des cavités (fig. 1, A, B, C, D), qui donnent aux fragments de cylindraxe des aspects très différents. Ces fragments s'incurvent, ont un trajet spiroïde ou curviligne ; ils sont séparés par les noyaux des cellules de Schwann

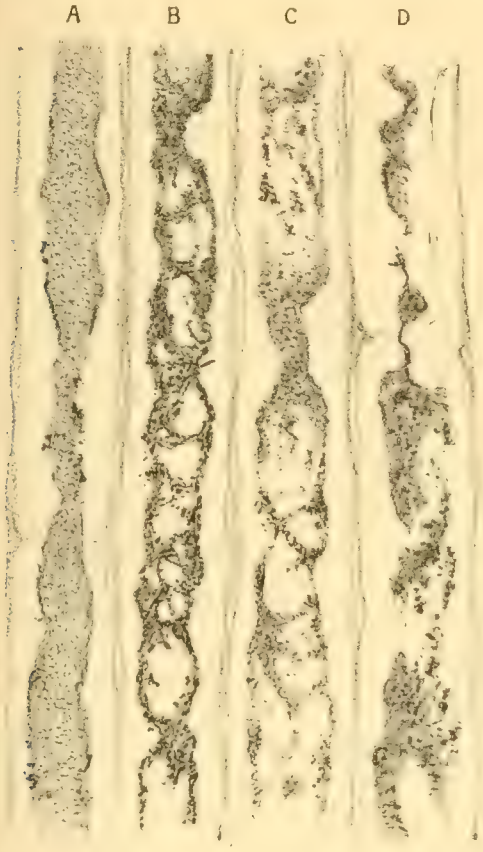


Fig. 1. — *Quatre fibres à différents degrés d'axolyse.*

A. Le cylindraxe ne présente plus de neurofibrilles, mais il est constitué par une foule de granulations disséminées dans la substance interfibrillaire.

B. Formation de cavités et de vacuoles à l'intérieur du cylindraxe à la suite de la résorption des granulations.

C. Lésion encore plus avancée.

D. Fragmentation et morcellement du cylindraxe.

augmentés de volume et entourés d'une quantité plus ou moins grande de protoplasma. A mesure que les fragments de cylindraxe deviennent de plus en plus petits, ces noyaux et leur protoplasma augmentent et se divisent, donnant naissance à des cellules fusiformes, que j'ai baptisées du nom de *cellules apotrophiques*. En effet, ces cellules constituent des colonies et des faisceaux qui ont pour but d'attirer les axones jeunes, de nouvelle formation, que nous allons décrire tout à l'heure dans le bout central ; elles se laissent traverser par ces axones, les nourrissent et les dirigent pour les conduire jusqu'à leur destination dernière.

Si la liquéfaction du cylindraxe et la dégénérescence de son réseau neurofibrillaire marquent le commencement de la dégénérescence wallérienne, l'augmentation de volume des noyaux de la gaîne de Schwann et de leur protoplasma, et ensuite leur division, marquent le commencement de la régénérescence [1].

En dehors de ces phénomènes de dégénérescence, en rapport direct et exclusif avec la suppression de l'action trophique de la cellule nerveuse sur le cylindraxe, on peut voir, en outre, dans les cylindraxes situés à l'extrémité du bout périphérique, des modifications d'un aspect un peu différent. Il s'agit de fibres qui présentent une coloration plus foncée sur une partie de leur trajet et une tuméfaction considérable dans laquelle on voit très nettement un réseau à mailles plus ou moins larges et à travées fortement argentophiles. Le réseau, de forme variable, peut n'exister qu'à la surface du cylindraxe, pendant que, dans la partie profonde, on peut voir un filament constitué par des neurofibrilles juxtaposées. Cette modification hyperplastique est passagère, car les travées du réseau sont fragmentées et l'on assiste même dans ces fibres à la formation de l'axolyse.

En plus des phénomènes plus ou moins connus qui caractérisent la dégénérescence wallérienne du bout central, nous avons trouvé certaines formations assez spéciales qui méritent qu'on s'y arrête un instant. Il s'agit de la présence de néoformations qui paraissent en rapport intime avec des modifications des cellules apotrophiques. En effet, ces corpuscules plus ou moins volumineux et, pour cette raison, visibles à un faible grossissement, ressemblent aux massues terminales que nous sommes habitués à voir à l'extrémité du bout central. Ces massues ne paraissent pas tout d'abord être en continuité avec les fibres parties du bout central. D'ailleurs, ces formations sont précoces et on les trouve déjà trois ou quatre jours (fig. 2) après la section d'un nerf, alors qu'il n'y a pas encore de cicatrice entre les deux bouts sectionnés. Elles sont très variables d'aspect et sont plus nombreuses dans certains faisceaux que dans d'autres. Elles paraissent tout d'abord constituées par deux portions : une portion périphérique pâle, amorphe

[1] Pour l'historique de la question de la dégénérescence et de la régénérescence expérimentales, je renvoie le lecteur au travail complet et intéressant de Medea : Contributo allo studio delle fini alterazioni della fibra nervosa (fenomeni de e regenerativi) nella neurite parenchimatosa degenerativa sperimentelle. *Memorie del R. Intituto lombardo de scienze et lettere*, vol. XX-XI della serie III, fasci. VIII, Milano. 1906.

ou granuleuse, et une portion centrale constituée par de la matière argentophile possédant le plus souvent une structure réticulée ou neurofibrillaire. Parfois, les neurofibrilles s'y disposent sous forme de peloton, d'autres fois sous forme de pinceau et, enfin, en réseau à mailles distinctes. Ces massues apparaissent parfois comme des formations indépendantes.

Passons à présent aux phénomènes chimiques qui caractérisent les troubles nutritifs de la dégénérescence wallérienne. Il faut remarquer tout d'abord que nos connaissances à cet égard sont tout à fait incomplètes. Les auteurs qui ont abordé cette étude sont les savants anglais Halliburton et Mott. Ces auteurs ont constaté que, dans les nerfs dégénérés, la quantité d'eau augmente pendant que celle de phosphore diminue; ils ont également remarqué la disparition du protogane. La lécithine, qui constitue une grande partie de la myéline, subit, sous l'influence de l'hydratation, des modifications de désorganisation qui peuvent s'exprimer de la manière suivante : lécithine + eau = acide stéarique + acide glycérophosphorique + choline. Comme on le voit, la dégénérescence de la myéline ne constitue pas une simple émulsion représentant un phénomène d'ordre physique, mais il s'agit là d'un véritable phénomène chimique, d'un dédoublement avec hydratation, c'est-à-dire d'une saponification. Sans doute, ce phénomène de saponification est analogue à d'autres phénomènes du même genre et est dû, par conséquent, à une diastase qu'on peut comparer à celle qui existe dans le suc pancréatique. Les lécithines se rapprochent, comme on le sait, des corps gras par la propriété qu'elles ont de donner de la glycérine par la saponification. Du reste, les graisses du système nerveux sont des mélanges de cholestérine et de lécithine.

Il s'ensuit que les substances grasses de la myéline se décomposent, à la suite de la séparation d'un nerf de son centre trophique, à la manière des matières grasses dans la digestion. Je pourrais invoquer à l'appui de ma manière de voir le fait, trouvé par Bockay, que le suc pancréatique décompose la lécithine en acide gras. La conclusion qui se dégage de ces considérations, c'est que la formation des acides : acide stéarique et acide glycéro-phosphorique, dans la dégénérescence wallérienne, est due à un processus de dédoublement ou de fermentation analogue à celui de la digestion pancréatique par exemple. Ayant ainsi établi la nature enzymatique de la dégénérescence de la myéline, il s'agit de se demander où a lieu la fabrication du ferment qui réalise la saponification des graisses de la myéline. Il est probable que ce sont les noyaux de la gaîne de Schwann, qui entrent en activité et qui prolifèrent d'une façon considérable dans le bout périphérique du nerf sectionné, qui sécrètent cette substance. Quoi qu'il en soit du siège d'élaboration du ferment de saponification de la myéline, il n'y a pas de doute que ce ferment, s'il existe, est inactif à l'état normal; il se trouve donc à l'état de proferment. La section du nerf le ferait sortir de son inactivité par sa transformation en ferment.

Nous arrivons à présent à l'étude des phénomènes chimiques de la dégénérescence du cylindraxe. Nous avons vu qu'au point de vue morpho-

Fig. 2. — *Extrémité supérieure du bout périphérique dans un cas de sciatique réséqué.* — On voit tout d'abord en haut de la figure des éléments cellulaires émigrés : cellules rondes, cellules à réseau, et, plus bas, des fibres fines sinueuses qui finissent par une massue. Parfois, la substance argentophile de la massue est entourée d'une atmosphère de protoplasme, pâle, jaunâtre et granuleux, appartenant, suivant toutes les probabilités, à des cellules apotrophiques.

En A et en A', on voit comment la fibre jeune finit par une espèce de pinceau réticulé à l'intérieur du protoplasma de ces cellules. *c.l*, *c.l'*, cellules émigrées; *r*, cylindraxe tuméfié et à structure réticulée très manifeste.

logique, nous avons affaire là avec la désorganisation des neurofibrilles, qui sont réduites à des granulations de différents volumes et constituent des masses informes : il s'agit là de l'axolyse. Sans doute, cette désorganisation a pour conséquence l'incapacité d'absorption de l'oxygène, élément indispensable pour la fonction du nerf. La désorganisation du cylindraxe représente, en somme,

un phénomène de protéolyse; mais les phénomènes chimiques intimes qui caractérisent la désorganisation du cylindraxe nous sont malheureusement inconnus, parce qu'on ne connaît pas bien la formule chimique d'une matière albuminoïde; aussi nous ne pouvons juger les modifications du cylindraxe dégénéré que par comparaison avec ce qui se passe dans le phénomène digestif des matières albuminoïdes. Il est impossible d'aller plus loin dans cette voie de l'hypothèse et de dire si, dans l'axolyse, il intervient deux ferments, comme le fait a été prouvé par Pavlow et Chepowalnikoff pour la digestion pancréatique des matières protéiques, ou bien s'il s'agit là de l'action d'un seul ferment. C'est, du reste, pour le moment une chose d'intérêt secondaire, car le fait important qui résulte de toutes les considérations que nous venons d'émettre plus haut, c'est que la dégénérescence morphologique de la myéline et du cylindraxe, consécutive à la section des nerfs, est sous la dépendance de modifications biochimiques analogues à celles qui se passent dans la digestion.

Les substances graisseuses de la myéline, comme les graisses soumises à la digestion, subissent des changements analogues de la part des enzymes sécrétés, dans un cas, peut-être par les cellules de la gaîne de Schwann, dans l'autre, par les cellules des glandes digestives. D'une façon comme de l'autre, les graisses sont émulsionnées et saponifiées. A leur tour, les matières protéiques des aliments sont transformées par la pepsine et la trypsine en substances solubles comme les albumines, les peptones, etc. On doit rencontrer également de pareilles substances dans les nerfs en état de dégénérescence; mais il est probable que, dans ces derniers, la décomposition est poussée encore plus loin et qu'il y a formation de produits solubles plus simples, tels que la tyrosine, la leucine, etc.

Je pourrais rapprocher de l'opinion que je viens d'émettre l'hypothèse de Scott[1] à propos du métabolisme et de l'action de la cellule nerveuse. Cet auteur croit que la substance de Nissl des cellules nerveuses se rencontre seulement dans les cellules pancréatiques et dans les cellules principales des glandes du fond de l'estomac.

Les neurosomes de Held sont morphologiquement homologues des granulations zymogènes des cellules glandulaires, et il y a dépendance réciproque entre la quantité de la substance de Nissl et le nombre de neurosomes, exactement comme il y en a une entre le prozymogène de Mac Callum et le nombre des granulations de zymogène. Les noyaux de ces trois genres de cellules se ressemblent beaucoup. Il y a aussi une grande ressemblance entre l'action de ces trois cellules en tout ce qui concerne la transformation des protéides. De tout cela, l'auteur conclut que les cellules nerveuses agissent peut-être par le moyen d'un ferment protéolytique qu'elles élaborent.

Sans doute, l'hypothèse prend une large part dans la théorie que nous venons de donner à propos des phénomènes qui caractérisent la dégénérescence des nerfs. Néanmoins, il nous semble qu'étant donnée la stricte analogie qui existe entre les modifications biologiques qui caractérisent la dégénérescence et la digestion des substances grasses albuminoïdes, on peut admettre que, dans les deux cas, la Nature emploie le même processus de fermentation.

Ayant établi ici la nature enzymatique de la désorganisation de la myéline et de l'axolyse, il s'agit de se demander quel est le lieu d'élaboration des ferments qui réalisent ces phénomènes. Il est admis, aujourd'hui, que des ferments analogues aux diastases digestives sont répandus à profusion dans la plupart de nos organes. Le tissu nerveux doit en contenir également. On pourrait se demander si toutefois ces ferments, dans ces circonstances, ne sont pas fabriqués par les noyaux de la gaîne de Schwann qui, entrant en activité et proliférant d'une façon considérable dans les bouts périphériques des nerfs sectionnés, sécréteraient cette substance. C'est là une hypothèse qui a besoin d'être vérifiée. En tout cas, la section d'un nerf périphérique aurait pour conséquence ou bien de faire apparaître les ferments, ou bien de les faire sortir de leur inactivité en les transformant de proferments en ferments.

II

Dans les premiers jours qui suivent la section d'un nerf, on constate, dans l'extrémité terminale du bout central, des modifications morphologiques intenses, relevant d'une nutrition très active. C'est ainsi qu'on y voit des fibres hypertrophiées à différents degrés avec des neurofibrilles très évidentes, parfois dissociées et laissant même entrevoir, par suite de l'augmentation de la substance interfibrillaire, le réseau qui existe à l'état normal (fig. 3). Conjointement à cette hypertrophie des cylindraxes, il existe une néoformation des axones jeunes, qui se détachent des fibres hypertrophiées, enlacent ces dernières ou bien s'enroulent en spirale autour d'elles. Ailleurs, ces fibres fines constituent des plexus inextricables, ou plutôt un feutrage, soit autour des fibres hypertrophiées, soit autour des fibres dégénérées. Dans ce dernier cas, elles peuvent également former une véri-

[1] F. H. Scott : Sur le métabolisme et l'action de la cellule nerveuse. *Brain*, parts CXI et CXII, p. 506-527, Autumn and Winter, 1905.

table couronne autour des boules de graisse provenant de la fragmentation de la myéline. On a parfois l'impression que les cylindraxes hypertrophiés traversent un cylindre creux dont les parois sont formées par les axones jeunes enroulés autour de l'axe de la vieille fibre nerveuse. Sur le trajet des fibres fines nouvellement formées, ou bien à leur extrémité, on voit souvent des espèces d'anneaux de dimension variable. Les axones jeunes peuvent finir aussi par un bouton ou bien par un petit cône de structure réticulée (fig. 3, C, *mt*).

Les fibres dégénérées du bout central ont le cylindraxe fragmenté ou bien réduit en granulations plus ou moins compactes. Lorsque le processus de dégénérescence est plus avancé, les granulations sont en voie de résorption et il y a des lacunes. Certains cylindraxes offrent à leur intérieur des espèces de vacuoles. Au-dessus de l'extrémité terminale du bout central, on trouve des cylindraxes n'offrant pas de modifications structurales; certains d'entre eux, cependant, présentent des excroissances latérales plus ou moins grandes et de volume différent. Parfois, ces excroissances sont filiformes ou bien ressemblent à des épines. Je dois ajouter qu'il y a encore d'autres phénomènes qui témoignent du processus de régénérescence; c'est, d'une part, un exsudat cellulaire, bordant l'extrémité du bout central, et, ensuite, les vaisseaux de nouvelle formation. Enfin, entre certaines fibres hypertrophiées, on voit aussi des traînées de cellules fusiformes réunies ou non en faisceaux.

Les modifications que nous venons de décrire sont celles qu'on observe habituellement dans le bout central trois jours après la section d'un nerf périphérique. Il faut savoir cependant que leur aspect est variable suivant l'âge de l'animal et l'intensité du traumatisme. A ce moment, il n'y a pas encore réunion entre les deux bouts du nerf sectionné. Les jours suivants, les phénomènes de régénérescence s'accentuent dans le bout central et nous assistons aux différentes phases de la pénétration des axones jeunes dans la cicatrice et, de là, dans le bout périphérique. Chez les petits animaux, de même que chez les animaux jeunes, la régénérescence se fait plus rapidement et la cicatrice intermédiaire s'établit plus vite.

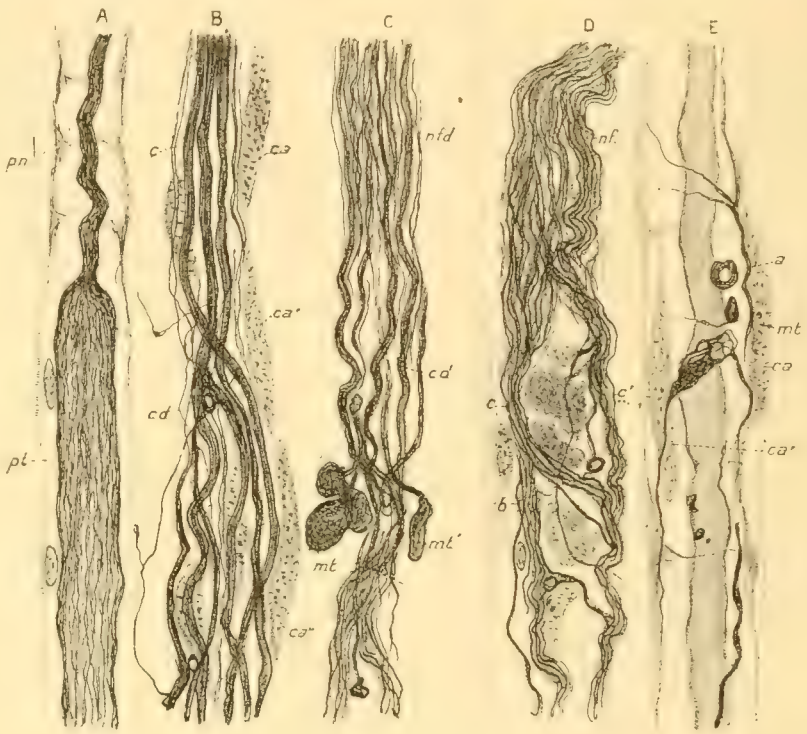


Fig. 3. — *Section du sciatique du chien de cinq jours et demi. Détails de régénérescence dans le bout central.*

A. Cylindraxe d'aspect à peu près normal à sa partie supérieure, tandis qu'à sa partie inférieure il est considérablement tuméfié; là les neurofibrilles sont très apparentes et comme enchevêtrées. En réalité, il s'agit d'une structure réticulée mise en évidence par l'augmentation de la substance inter et périfibrillaire.

B. Cylindraxe en état de division longitudinale par dissociation en cordons de neurofibrilles (*c*). Certains de ces cordons sont indivis, tandis que d'autres se divisent (*cd*). Tous ces cordons s'écartent pour faire place aux cellules apotrophiques *ca, ca', ca''*.

C. Cylindraxe tuméfié, aux neurofibrilles dissociées (*nfd*) à la partie supérieure et réunies en cordons divergents vers le tiers moyen (*cd*). Certains d'entre eux finissent par une massue terminale *mt, mt'*.

D. Cylindraxe tuméfié d'une façon encore plus considérable et constitué en haut par des neurofibrilles très apparentes et enchevêtrées (*nf*); puis, dans le reste, les neurofibrilles se réunissent en cordons (*cc*) qui courent autour des débris d'un cylindraxe dégénéré. Les morceaux de ce dernier siègent en apparence entre les faisceaux de neurofibrilles qui s'anastomosent ou bien donnent des ramifications latérales finissant par un bouton (*b*).

E. Cylindraxe ancien enroulé par quelques fibres de nouvelle formation présentant des anneaux ou des massues terminales (*a* et *mt*); *ca, ca'*, cellules apotrophiques.

En dehors de la division par dissociation longitudinale et de la division collatérale, on peut constater encore, à l'extrémité du bout central et dans la cicatrice, la multiplication des fibres par division terminale ou par arborisations. Bien entendu, ces trois processus de multiplication de fibres, c'est-à-dire par division longitudinale, par multiplication

collatérale ou terminale, ne s'excluent pas l'un l'autre; ils peuvent, au contraire, coexister. La figure 4 donne un bel exemple de ce genre. C'est ainsi qu'on y voit un cylindraxe avec des neurofibrilles très apparentes, donnant des branches collatérales qui se divisent à leur tour et finissent librement ou bien par une massue. Puis il finit par deux branches terminales, lesquelles donnent également des ramifications collatérales terminées ou non par une massue. Au voisinage de la plupart de ces branches de division, on voit des cellules

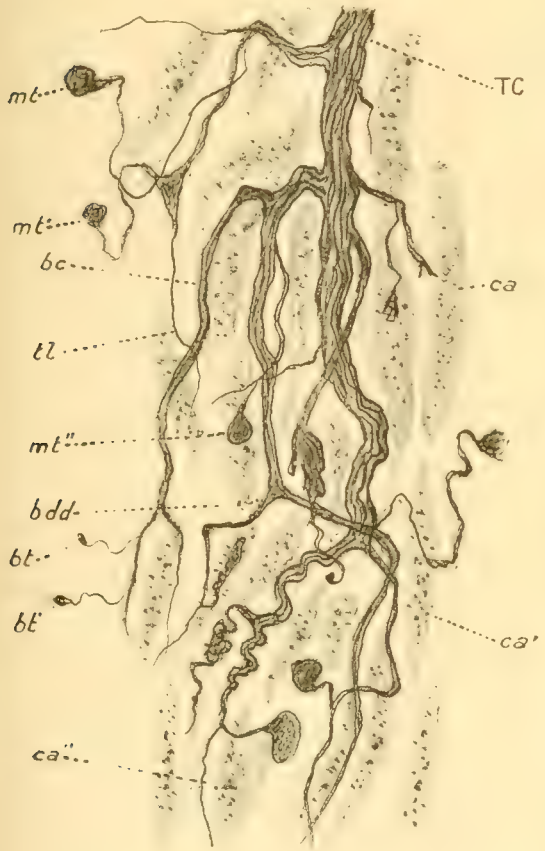


Fig. 4. — *Fibres hypertrophiées à fibrilles très manifestes présentant une riche division collatérale et terminale.* — Certaines ramifications collatérales et terminales finissent par une massue petite ou volumineuse. Certaines ramifications sont libres. TC, tronc commun; *bc*, branche collatérale; *bdd*, branche de division; *tl*, terminaison libre; *mt*, *mt'*, *mt''*, massues terminales; *bt*, *bt'*, boutons terminaux; *ca*, *ca'*, *ca''*, cellules apotrophiques.

aptrophiques fusiformes dont la direction générale est celle des axones.

La cicatrice ne se forme qu'au bout de six à sept jours; elle réunit alors les deux bouts du nerf séparés par la section, et elle constitue une espèce de pont permettant le passage des axones jeunes du bout central dans le bout périphérique. Mais, à mesure que les fibres de nouvelle formation pénètrent et traversent la cicatrice, elles diminuent de nombre; leurs ramifications sont aussi moins nombreuses et subissent une espèce de désorientation. Les fibres de nouvelle formation divergent, s'entrecroisent et constituent une espèce de feutrage. Un certain nombre de ces fibres se redressent et descendent verticalement dans le bout périphérique, où nous les trouvons côte à côte, soit unies en faisceaux plus ou moins denses, soit isolées.

Les axones jeunes qui ont pénétré dans la cicatrice se divisent la plupart du temps par dichotomie; les branches de division divergent et, après un court trajet, pénètrent dans le bout périphérique. Dans la cicatrice, on trouve parfois des fibres terminées par un cône de croissance. A mesure que les fibres jeunes pénètrent dans le bout périphérique, leur nombre diminue de plus en plus. Autant les ramifications des fibres nerveuses sont fréquentes à l'extrémité du bout central et même dans la cicatrice, autant elles sont rares à l'extrémité du bout périphérique; cependant, on en trouve en dichotomie dans ce bout. Certaines fibres de nouvelle formation finissent par une massue terminale dont le volume dépend du calibre de la fibre.

La direction des axones jeunes à l'extrémité du bout central et dans la cicatrice varie avec les différentes conditions de la solution de continuité. Chez l'animal jeune, qui a subi la section simple du nerf et où la réunion des deux bouts s'est faite sans accident, les fibres divergent dans la cicatrice, suivent une direction plus ou moins oblique et, après avoir émis quelques ramifications, pénètrent dans le bout périphérique. Il n'en est pas de même dans les cas de rupture, de résection, de transplantation, où les axones jeunes affectent les directions les plus variées : ils se dirigent assez souvent dans le sens transversal, se multiplient à l'infini, et c'est seulement lorsque l'attraction exercée par le bout périphérique devient plus intense qu'ils changent de direction et s'en vont vers le bout périphérique.

L'existence à peu près exclusive des arborisations libres au niveau de la cicatrice et l'absence de massues ou de cônes de croissance dans les dernières branches de ces ramifications ont conduit Cajal à supposer que les massues terminales représentent le cône d'avancement d'un axone, tandis que les arborisations finales correspondraient à une phase amiboïde et d'accroissement très actif assurant la neurotisation du bout périphérique. Il est probable que ces deux stades alternent dans les fibres de la cicatrice lorsque la progression doit s'effectuer à travers un chemin accidenté et rempli d'obstacles. Après le stade des ramifications actives ou de dendro-amiboïsme survient la phase des massues terminales qui traversent les chemins rendus libres. Enfin, un nouvel obstacle peut être l'attraction chimiotactique dans différentes directions qui fait

disparaître les massues pour donner naissance à la phase d'amiboïsme. Tout en tenant compte de ces judicieuses observations de Cajal, je dois faire remarquer qu'à mon avis les massues terminales (fig. 5) ne représentent autre chose qu'une espèce de retard en route dû à la diminution des forces attractives exercée par les cellules apotrophiques. Au contraire, la phase de dendro-amiboïsme, qui représente en somme un procédé rapide de régénérescence, correspond précisément à une attraction puissante de ces cellules. Les massues terminales, de même que les appareils en spirale, sont

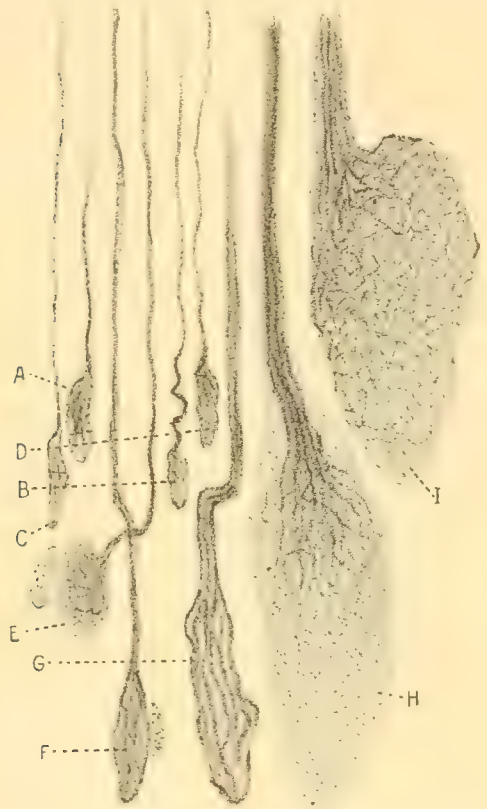


Fig. 5. — *Quelques spécimens de massues et de boules terminales provenant du bout central des nerfs sectionnés.* — A, B, C, D, F, Cônes de croissance ressemblant plus ou moins à des spermatozoïdes; E, Massue terminale constituée par deux régions : l'une centrale foncée; l'autre claire périphérique; G, Cône de croissance en fer de lance; H, Massue terminale géante provenant du bout central d'un cas de section triple du sciatique, l'animal ayant vécu quarante-cinq jours; I, Massue terminale géante à structure nettement réticulée provenant du bout central dans un cas de section triple du sciatique, la troisième section datant de huit jours.

deux formations qui impliquent un ralentissement dans le processus de régénérescence; on les rencontre toutes les fois que la force attractive du bout périphérique a diminué.

A mesure que le processus de régénérescence avance, les fibres de nouvelle formation se réunissent et constituent des faisceaux de plus en plus compacts, séparés par des colonies de cellules apotrophiques dépourvues d'axones, mais qui, à leur tour, attireront ces derniers. Les fibres qui constituent ces faisceaux ne sont pas de volume égal: elles sont grosses et fines et ces dernières habituellement représentent des divisions collatérales des fibres épaisses; il est assez fréquent d'observer, sur le trajet des axones jeunes, des anneaux ou bien des épanouissements. En tout cas, quoique les divisions collatérales et les ramifications terminales, de même que les boutons de trajet, soient encore assez fréquents au bout de la troisième se-

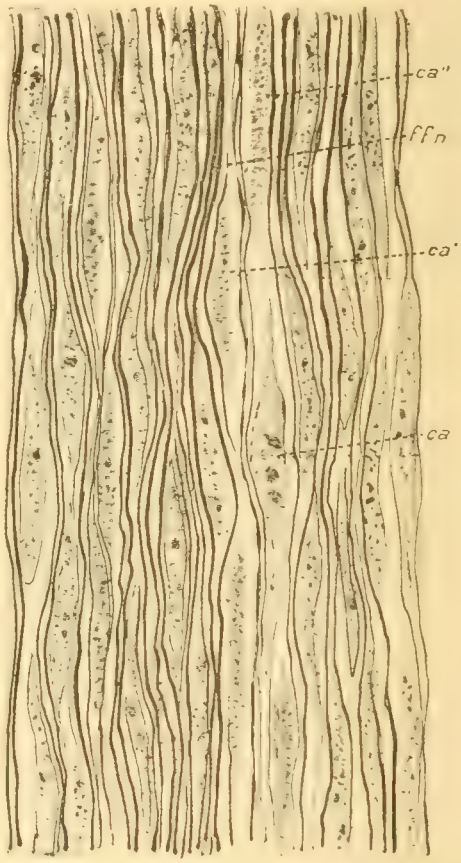


Fig. 6. — *Bout périphérique du sciatique sectionné depuis vingt-six jours. Petit chien.* — Les fibres fines de nouvelle formation réunies le plus souvent en petits faisceaux, circulent dans les interstices des cellules apotrophiques, réduites à peu près à leur noyau, ou traversent le protoplasma dans ces dernières. Ces fibres de nouvelle formation, dépourvues de myéline, offrent une certaine analogie avec les fibres de Remack.

maine, il y a cependant une diminution dans l'intensité de ce processus. Au commencement de la quatrième semaine, chez le chien âgé de quelques jours, la neurotisation du bout périphérique est presque complète (fig. 6). En effet, on constate qu'à cette époque il n'y a plus trace de dégénérescence, et le bout périphérique est constitué essentiellement par des fibres noires bien imprégnées, de calibre inégal, les unes plus fines que les autres, réunies en petits faisceaux séparés par des noyaux

très longs, fusiformes, riches en granulations de chromatine et possédant un ou plusieurs granules nucléolaires. Le rapport des axones jeunes avec ces noyaux est variable : tantôt ils traversent leur protoplasma et, dans ce cas, ils passent devant le noyau ou bien le contournent; d'autres fois, ils circulent entre leurs interstices ; dans ce dernier cas, la fibre est flanquée sur son trajet de plusieurs noyaux et ressemble alors aux fibres de Remack. Mais l'axone ne présente pas le même rapport sur son trajet avec ceux-ci et leur protoplasma ; ils sont situés tantôt dans ce dernier, tantôt dans les interstices des cellules.

Nous avons vu plus haut que les cellules dérivées de la gaîne de Schwann jouent un grand rôle dans le processus de régénérescence. Les auteurs classiques, tout en reconnaissant la multiplication notable des noyaux des cellules de Schwann dans le bout périphérique des nerfs sectionnés, ne semblent pas leur avoir attribué un rôle essentiel dans le processus de régénérescence. Par contre, les partisans de l'autorégénérescence : Von Büngner, Howell et Huber, Wieting, Bethe, Durante, etc., ont prétendu que les fibres nerveuses apparaissent par différenciation protoplasmique à l'intérieur du neuroblaste, c'est-à-dire des cellules dérivant des noyaux de la gaîne de Schwann. Grâce aux recherches entreprises avec la méthode de Cajal, il nous est facile de préciser la part qui revient à ces noyaux dans les phénomènes de régénérescence. Dans le bout central comme dans le bout périphérique, il apparaît des cellules fusiformes, peu nombreuses au commencement, et plus tard disposées en faisceaux ou en colonies denses. Dans le bout périphérique, elles deviennent de plus en plus apparentes et nombreuses à mesure que le processus de dégénérescence atteint son maximum. Elles s'y disposent longitudinalement entre les fibres dégénérées et se substituent complètement à ces dernières, qu'elles remplacent à mesure que les débris de la dégénérescence de la myéline sont enlevés. De sorte qu'après une semaine, chez l'animal jeune, le bout périphérique est essentiellement constitué par une masse de cellules fusiformes disposées en faisceaux très denses ; il est également encapuchonné de colonies de ces cellules, mais leurs faisceaux sont désorientés et suivent différentes directions. Ces cellules fusiformes juxtaposées possèdent un noyau ovalaire ou oblong, très gros, riche en granulations de chromatine disposées sur les travées du réseau. Aussi bien dans le bout périphérique que dans le bout central, les axones de nouvelle formation contractent des rapports intimes avec ces cellules.

En effet, les axones se forment par poussées et divisions successives des vieilles fibres ou bien par expansion des ramifications collatérales. Mais ces axones jeunes, délicats, sans résistance, ne sauraient arriver à leur destination s'ils n'étaient pas attirés, dirigés et nourris par les cellules apotrophiques, Aussi, nous trouvons les fibres jeunes à l'intérieur ou dans les interstices des cellules apotrophiques. suivant de près la direction de ces dernières. Lorsque ces cellules se sont formées, elles ont une évolution toute spéciale, en vertu de laquelle elles retournent à leur état antérieur de noyaux de Schwann, entourés d'une légère couche de protoplasma. Aussi, cette évolution est en rapport intime avec le développement des fibres nerveuses; leur protoplasma abondant, leur noyau volumineux diminuent à mesure que les fibres fines se développent (fig. 6). Leurs corps cellulaires s'effilent, leur noyau devient oblong et petit, la chromatine se réduit dans les fibres de nouvelle formation sans myéline; ces dernières sont flanquées de noyaux effilés, très oblongs, de distance en distance. Par contre, les cellules qui n'ont pas exercé leurs affinités électives par rapport aux axones jeunes possèdent un noyau entouré d'un protoplasma volumineux. Sans doute, un certain nombre de ces cellules, n'ayant pas pu saturer leurs affinités, finiront par s'atrophier et disparaître. Ce sont non seulement les axones qui ont des rapports intimes avec les cellules apotrophiques, mais également les boules et les massues terminales.

Les massues terminales affectent des rapports intéressants avec les cellules apotrophiques. En effet, ces massues sont coiffées de noyaux qui leur forment parfois une espèce d'enveloppe, ou bien ils siègent seulement sur un côté de la massue, qui peut alors présenter une dépression à ce niveau. D'autres fois, les noyaux sont situés au collet de la massue. Habituellement, on ne voit pas de protoplasma autour de ces noyaux; aussi doit-on se demander s'il n'y a pas de simples rapports de continuité entre eux et la massue terminale. Mais, si l'on examine un grand nombre de pièces provenant de sections à des intervalles de temps différents, on peut constater que la massue terminale contracte avec le protoplasma des cellules apotrophiques des rapports plus intimes qu'une simple continuité. En effet, il est facile de voir, sur des préparations appropriées, que cette formation terminale se trouve à l'intérieur des cellules apotrophiques, qu'elle consomme leur protoplasma pour sa nutrition et qu'à mesure que la substance argentophile de la massue se développe, le cytoplasma de la cellule diminue de plus en plus, vu qu'il ne reste plus que le noyau. Même plus, la substance argentophile de la massue, développée d'une façon considérable, comprime le noyau, qui

apparaît souvent sous la forme d'un croissant. Enfin, il existe des massues où ce noyau fait même défaut.

Quelle est la signification des boules terminales si nombreuses dans le bout central des nerfs sectionnés?

Il est évident qu'il ne s'agit pas de cellules nerveuses, ainsi que Neumann l'avait admis autrefois. Dans un travail antérieur, que nous avons fait en commun avec M. Minea, nous avions rapproché les massues terminales des nerfs en régénescence de celles qu'avait décrites Cajal à l'extrémité des appendices de certaines cellules des ganglions spinaux. Mais, assurément, je ne saurais plus admettre qu'elles représentent des terminaisons sensitives, parce que je les ai trouvées dans le bout central des nerfs moteurs, tel le nerf hypoglosse. Aussi, je me suis rattaché à l'opinion de Cajal, qui considère ces formations comme équivalentes aux cônes de croissance décrits par lui, pour la première fois, à l'extrémité des fibres nerveuses en voie de développement. Perroncito n'est pas disposé à admettre qu'il s'agit là d'organes terminaux, sous prétexte qu'il a vu souvent leur extrémité se continuer avec des fibres plus fines; d'autre part, il doute qu'il puisse être aussi question de phénomènes de régénérescence, puisqu'il rencontre, dit-il, des formations semblables sur le trajet de fibres en voie de dégénérescence. Je me demande si l'on ne doit pas identifier les massues terminales des fibres du bout central, lesquelles assurément ne diffèrent pas autrement des cônes de croissance de Cajal que par leur volume, avec certaines tuméfactions qu'on constate, en effet, sur le trajet de certaines fibres en voie de dégénérescence à l'extrémité supérieure du bout périphérique.

En effet, on voit bien qu'elles se sont développées aux dépens du protoplasma des cellules apotrophiques, tout au moins en ce qui concerne la partie incolore périphérique, qui ne paraît être autre chose que le protoplasma transformé des cellules apotrophiques. Parfois même, on distingue le noyau de ces cellules, lequel apparaît comme comprimé ou réduit de volume. Cette formation est l'aboutissant d'un pédoncule représenté au commencement par un jeune axone, qui s'amincit quelque peu à mesure qu'il s'éloigne de la formation terminale. En général, ces massues ressemblent assez bien à celles qu'on rencontre dans le bout central. La difficulté pour expliquer leur signification réside dans ceci : c'est que, tout d'abord, on n'en trouve pas dans la cicatrice, et ensuite qu'elles sont dirigées, non pas du centre vers la périphérie, mais de la périphérie vers le centre. D'autre part, le point de départ des axones jeunes, tout au moins pour certains d'entre eux, paraît être dans le réseau de substance argentophile de ces formations. Ainsi donc, pour le moment, la genèse de ces néoformations n'est pas facile à trouver; cependant, ce n'est pas là une raison pour admettre la théorie de la régénérescence autogène, que j'ai adoptée un instant et que j'ai ensuite abandonnée à la suite de nombreuses recherches confirmatives des expériences de Cajal.

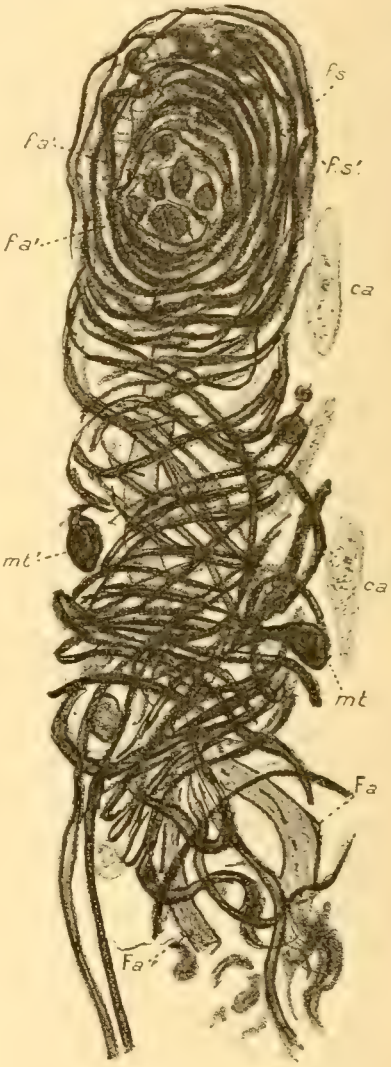


Fig. 7. — *Appareil spiral coupé en travers à la partie supérieure et longitudinalement dans le reste.* — Fa, Fa', fibres axiales longitudinales; *f.a*, *f.a'*, fibres axiales coupées transversalement; *f.s*, *f.s'*, fibres spirales; *ca*, *ca'*, cellules apotrophiques; *mt*, *mt'*, massues terminales.

Cet appareil spiral volumineux provient du bout central du sciatique d'un chien auquel on a transplanté un morceau de sciatique d'un autre animal gardé douze heures dans du sérum oxygéné. L'animal a été sacrifié dix-huit jours après.

Rien n'est plus variable que la forme, le volume et même la structure des massues terminales (fig. 5). Nous avons montré, dans nos publications antérieures, qu'elles sont constituées assez souvent par un réseau et par une substance fondamentale

amorphe, qui ne représentent pas autre chose que la substance interfibrillaire. En dehors de cet aspect réticulé, elles donnent parfois l'impression d'une pelote enroulée, ou bien d'une arborisation terminale. Il nous serait difficile parfois d'affirmer si l'hypertrophie des massues terminales dépend

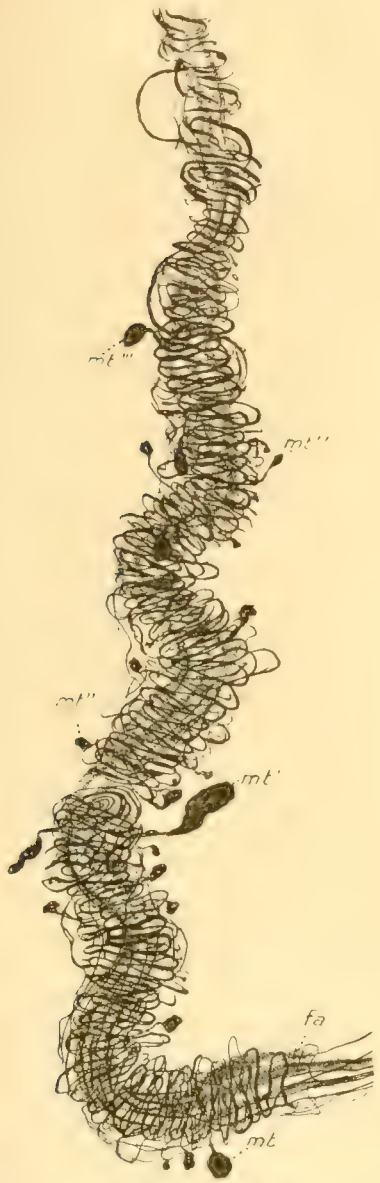


Fig. 8. — *Appareil spiral très long, décrivant des sinuosités dans son trajet et, arrivé à l'extrémité du bout central, se retournant pour se diriger vers le haut de ce bout.* — Les fibres spirales présentent des tours très denses; aussi l'appareil dans son ensemble est très foncé. Certaines fibres spirales ont des ramifications sortant de l'appareil et finissant tantôt par une petite massue, tantôt par une grosse. *fa*, fibres axiales; *mt*, *mt'*, *mt''*, etc., massues terminales. Cette figure provient du bout central d'un nerf sciatique, dans un cas de transplantation de ce nerf. Sérum oxygéné, douze heures dix-huit jours.

d'un obstacle rencontré par le cône de croissance dans sa progression, ou bien s'il s'agit là d'un simple trouble de nutrition. Le fait est que nous avons rencontré parfois des massues volumineuses là où l'on ne voyait pas d'obstacle apparent. C'est ainsi, par exemple, que, dans un cas de section simple du tronc vago-sympathique chez le chien sacrifié vingt et un jours après l'opération, il y avait un bon nombre de massues terminales, aussi bien dans le bout périphérique que dans le bout central.

Une autre formation très fréquente dans le bout central après les sections nerveuses, et qui mérite toute notre attention, ce sont les appareils en spirale (fig. 7 et 8). Ils sont plus nombreux et d'une organisation plus complexe chez l'animal adulte, tandis que, chez l'animal jeune, ils peuvent faire complètement défaut. Leur nombre, leur volume et même leur constitution histologique paraissent être en rapport avec la vitesse de la neurotisation du bout périphérique. En général, ils sont peu nombreux et d'une constitution histologique très sommaire lorsque les fibres de nouvelle formation du bout central traversent rapidement la cicatrice pour se rendre dans le bout périphérique. Mais, dans des cas de résection du nerf, de section de la moelle, ou bien lorsque à la place du nerf réséqué on interpose un fragment de nerf d'un autre animal, on assiste à la production d'un grand nombre de ces formations. Leur constitution histologique est la suivante : Le centre de l'appareil est formé par une ou plusieurs fibres à myéline, plus ou moins épaisses, à trajet longitudinal ou s'entre-croisant parfois. Ce sont les fibres axiales, autour desquelles s'enroulent en spirale ou en 8 des fibres plus fines (fig. 7 et 8). Parfois, le trajet de ces dernières est tellement compliqué qu'il est impossible de les suivre. D'autres fois, ces appareils sont courts et ressemblent à des pelotons emmêlés ou bien très longs, et décrivent un trajet sinueux. Évidemment, les fibres en spirale sont des fibres de nouvelle formation, et je pense, avec Lugaro, que quelques-unes d'entre elles représentent des divisions collatérales. Après un circuit plus ou moins long, elles finissent par une petite massue terminale, située à peu de distance de l'appareil spiral, ainsi qu'on le voit bien sur la figure.

Cajal a observé que, dans quelques cas, la fibre spirale provient d'une fibre issue au niveau d'un étranglement de Ranvier, appartenant à la fibre axiale; mais, étant donnée la richesse extraordinaire des fibres et la façon inextricable dont elles se mêlent, il lui est impossible de dire si toutes proviennent de la fibre principale. Il admet que la plupart sont la continuation des fibres de Remack. La genèse du peloton se trouverait dans une cause mécanique. En effet, le peloton correspond à un faisceau de fibres du bout central entouré d'une membrane nucléée, qui se continue avec la gaîne

de Henle des faisceaux correspondants; ainsi cette membrane constitue un obstacle surtout pour les fibres fines. Ces dernières, au lieu de s'accroître vers la cicatrice, décrivent de nombreux tours autour de cylindres plus gros. Les fibres fines finissent par de petites massues perdues dans l'épaisseur du vortex fibrillaire. Les axones plus épais parviennent à vaincre l'obstacle de la gaîne de Henle et, sortis de cette gaîne, se frayent un chemin parmi les autres fibres.

Perroncito, après avoir noté la présence de ces formations hélicoïdales, se demande si les fibres spirales proviennent ou non des ramifications des fibres qu'elles enveloppent. Il ne peut pas répondre à cette question; toutefois, il incline vers l'affirmative.

Lugaro, qui a consacré à cette question un travail intéressant, admet avec Cajal que le facteur mécanique joue un grand rôle dans la production du peloton; mais il croit aussi qu'il intervient encore un autre facteur, qui serait la désorientation chimiotaxique. Cette désorientation est due à la cicatrice, qui rend irrégulier le courant de la substance neurotropique. Mais y a-t-il un rapport entre la formation des appareils en spirale et les cellules apotrophiques? Je pense qu'il n'y a aucun doute à ce sujet. Tout d'abord, j'ai pu constater la présence des cellules apotrophiques à l'intérieur d'un grand nombre de ces formations. Il est vrai qu'il existe également des fibres de ce genre ne présentant pas sur leur trajet de semblables cellules. Je ne pense pas que cette constatation soit de nature à infirmer mon opinion.

En effet, avec Cajal, Lugaro et moi-même nous avons admis que les chaînes cellulaires attirent, par voie chimiotaxique, les axones de nouvelle formation. Or, les appareils en spirale sont constitués tout d'abord par de vieilles fibres offrant habituellement une direction longitudinale, et par des ramifications collatérales décrivant des spirales et s'enroulant autour de ces dernières. Aussi, il me semble que la disposition des fibres spirales est réglée par l'attraction des cellules fusiformes. J'ai pu constater nettement la relation étroite qui existe entre les fibres qui forment la spirale et les cellules satellites.

Mais, dans les cas où elles ne sont pas visibles, il est probable qu'elles exercent leur action à une certaine distance. Il n'y a que les fibres fines qui réellement ne sont pas accompagnées de cellules satellites.

Les expériences de résection, de rupture et d'arrachement des nerfs démontrent, avec la dernière évidence, que la régénérescence du bout périphérique se fait par l'intermédiaire des fibres de nouvelle formation, parties du bout central et se dirigeant, grâce aux cellules apotrophiques, vers le bout périphérique. Prenons quelques exemples de ce genre.

La résection du sciatique a été faite chez un lapin d'un mois. On a tout d'abord sectionné le nerf derrière le trochanter et l'on en a enlevé une portion de 1 centimètre. Ensuite, on a pratiqué une seconde section au niveau de la partie inférieure de la cuisse, où l'on enlève également 1 centimètre de nerf. L'animal a été sacrifié quarante-trois jours après l'opération. A l'autopsie, on a trouvé l'extrémité du bout central renflée, constituant un névrôme prolongé par un petit tronc nerveux, n'arrivant pas cependant jusqu'à l'extrémité supérieure du bout périphérique, de sorte que la solution de continuité était comblée par une espèce de tissu musculo-graisseux. Au niveau de la deuxième section, l'intervalle séparant les deux bouts était de 1 centimètre et occupé par le tissu musculaire.

Le bout central au-dessus du névrome présente de nombreuses massues terminales disséminées irrégulièrement entre les fibres nerveuses. Puis, on constate quelques appareils en spirale, dont quelques-uns très longs. Au niveau du névrome, les fibres nerveuses se réunissent en faisceaux, lesquels, à cause de leur direction irrégulière, s'enchevêtrent. Au-dessus du névrome et dans le tronc du prolongement que nous avons indiqué plus haut, les faisceaux nerveux changent de direction et s'en vont dans le sens de l'axe du nerf. Déjà, à cet endroit, on voit entre les faisceaux des masses musculaires, et il est facile de se convaincre que les deux bouts du nerf sont séparés par un tissu de muscles. A mesure qu'on se rapproche de l'extrémité supérieure du bout périphérique, on voit entre les fibres musculaires des colonies de cellules fusiformes qui s'infiltrent entre les espaces libres de ces fibres. A l'extrémité du bout périphérique, les colonies de cellules sont très denses et ne suivent pas une direction régulière; elles tourbillonnent. Certaines de ces colonies contiennent des faisceaux de fibres nerveuses de différents calibres; elles sont tantôt très fines, tantôt assez épaisses; quelques-unes d'entre elles contiennent des renflements moniliformes. Sur leur trajet, d'autres se bifurquent, et les branches de division vont dans des directions opposées. J'ai pu rencontrer parfois, à l'extrémité de quelques fibres contenues dans les gaînes protoplasmiques, un cône terminal. Au niveau de l'extrémité inférieure de ce bout périphérique, c'est-à-dire au-dessous de la seconde résection, on constate un grand nombre de colonies de bandes et de cellules fusiformes, chargées de débris de dégénérescence, mais on n'y trouve plus de fibres de nouvelle formation. Ni dans la cicatrice intermédiaire, ni

dans le bout périphérique créé par la deuxième résection, on ne voit la moindre trace de fibres de nouvelle formation. Cette constatation démontre, à mon avis, que les obstacles qu'elles ont rencontrés ont été infranchissables pour arriver à ce niveau.

Une autre expérience, de nature à montrer également que les fibres de nouvelle formation, après les sections nerveuses, proviennent du bout central et que, par conséquent, elles n'apparaissent pas par différenciation du protoplasma des neuroblastes, c'est la résection d'un fragment du nerf sciatique, son ablation et la remise sur place immédiatement. L'extrémité du bout central, dans ce cas, est constituée par des faisceaux denses de fibres nerveuses orientés de divers côtés, apparaissant sur ce bout, obliques, transverses ou longitudinaux. Au niveau de la première section, les faisceaux sont convergents; ils s'entremêlent au niveau de la cicatrice, puis descendent plus ou moins régulièrement en faisceaux encore plus compacts dans le fragment réséqué. Les faisceaux nerveux, tout en restant indépendants dans ce fragment, s'entre-croisent, et il en résulte leur rapprochement de la seconde section; arrivés là, ils se désorientent de nouveau, suivent des directions différentes, divergent et pénètrent dans le bout périphérique. A cet endroit, les fibres jeunes ne forment plus de faisceaux compacts épais, mais elles se présentent sous forme de faisceaux minces, constitués par un nombre restreint de fibres de calibre différent, traversant des bandes protoplasmiques très longues contenant encore des boules de graisse résultant de la dégénérescence de la myéline; ce sont des fibres fines plus ou moins isolées, situées à l'intérieur de cellules trophiques. Les fibres de la boule de graisse divergent ou bien les embrassent.

Il y a d'autres facteurs qui interviennent pour retarder la progression du processus de régénérescence : ce sont les transplantations nerveuses. Si l'on résèque une quantité de nerf plus ou moins grande et qu'à la place de la portion enlevée on transplante une autre portion de nerf du même animal ou bien d'un animal de la même espèce ou d'espèce différente, on voit toujours un retard plus ou moins considérable dans la progression des axones jeunes. C'est surtout dans ces circonstances qu'on assiste à la formation de toute espèce d'appareils en spirale très complexes et très longs, de massues, parfois géantes, d'excroissances collatérales, etc. Le morceau transplanté exerce, par conséquent, une espèce d'action répulsive sur les fibres du bout central; mais cette chimiotaxie négative n'est pas si accusée lorsqu'il s'agit d'autotransplantation, et elle est beaucoup plus considérable dans les cas d'hétéro-transplantation. Cela dépend de l'absence ou du nombre très restreint de sources chimiotaxiques dans le nerf étranger. Le même phénomène se produit lorsque, sur le trajet du nerf réséqué, on place un morceau de nerf pris sur le cadavre, ou bien encore lorsqu'on a gardé un nerf vivant pendant quelques heures dans un sérum simple. Si, au contraire, le morceau de nerf de la même espèce a été conservé dans le sérum de Locke et mis ensuite à la place de la portion de nerf réséquée chez la même espèce, il s'y forme encore des cellules apotrophiques et, par conséquent, il y a, tardivement, il est vrai, pénétration de fibres du bout central dans le nerf transplanté. En résumé, l'attraction des axones jeunes dans le bout périphérique est en rapport avec la quantité de nerf réséqué et en rapport direct avec l'âge de l'animal, ainsi qu'avec le degré d'affinité qui existe, dans les cas de transplantation, entre les espèces animales. Bien entendu, cette proposition générale n'a qu'une valeur relative.

Si la résection et la rupture d'un nerf retardent la régénérescence du bout périphérique, l'arrachement du bout central qui fournit les fibres de nouvelle formation devrait, par conséquent, supprimer tous les phénomènes de régénérescence. En effet, ainsi que nous l'avons démontré dans un travail antérieur fait en collaboration avec M. Ballet, l'arrachement complet d'un nerf périphérique est suivi d'une atrophie définitive des cellules d'origine de ce nerf. Dans ces conditions, la régénérescence devrait être impossible. Or, dans plusieurs cas d'arrachement du nerf sciatique, j'ai trouvé dans son bout périphérique des fibres de nouvelle formation. Je citerai comme exemple l'une de ces expériences.

Chez un lapin âgé de quelques mois, on a arraché le nerf sciatique avec les racines antérieures et les ganglions spinaux correspondants. L'animal a été sacrifié deux cent soixante-douze jours après l'opération. La partie supérieure du bout périphérique, légèrement renflée, a été trouvée adhérente aux muscles sous-jacents. Electriquement, le nerf n'était pas excitable. Dans les préparations traitées par la méthode de Cajal, on constate au microscope, à l'extrémité supérieure du bout périphérique, la présence de fibres musculaires entre lesquelles on voit, par-ci par-là, un tissu fasciculé qui, plus bas, devient plus abondant et offre des aspects différents. En effet, autour de ces fibres musculaires, le tissu fasciculé à noyaux oblongs est constitué par des faisceaux denses entre lesquels il existe en abondance des vaisseaux de nouvelle formation. Plus bas encore, le tissu fasciculé est encore plus dense, ondulé, et les faisceaux qui constituent le nerf se pénètrent réciproquement et perdent jusqu'à un certain point leur individualité.

Sur tout le parcours de la section, on voit des fibres nerveuses d'aspect très différent. La plupart d'entre elles sont isolées ou réunies en petit nombre sous forme de faisceau. Les fibres épaisses sont des fibres à myéline et peuvent être accompagnées par une fibre plus fine. Que ce soient des fibres fines ou des fibres épaisses, les unes comme les autres peuvent être suivies sur un long trajet; cependant, on ne peut voir leur terminaison. Je n'ai rencontré ni des cônes de croissance, ni des massues terminales. On voit parfois des fibres bifurquées, mais elles sont rares. Au-dessous de la région précédente, on constate dans ce bout périphérique des faisceaux de fibres de nouvelle formation, disséminés et constitués par un nombre restreint de fibres. Les fibres qui les composent sont flexueuses et parfois enroulées. En dehors de ces faisceaux minces, on rencontre aussi des faisceaux beaucoup plus épais, constitués par un grand nombre de fibres nerveuses. Ces faisceaux ont parfois une direction transversale et donneraient l'impression qu'ils pénètrent du dehors à l'intérieur du nerf. Enfin, j'ai pu constater, en outre, un faisceau assez large, où l'on voit, à l'intérieur, des bandes protoplasmiques contenant des débris de la fibre dégénérée et des fibres très fines de nouvelle formation.

L'explication de ces faits est difficile à donner. On pourrait supposer, avec Lugaro, que les fibres régénérées du sciatique proviennent du nerf crural et de l'obturateur restés intacts. Evidemment, cette explication serait plausible; mais j'ai pensé que les fibres saines d'un nerf intact ne pénètrent pas dans le bout d'un nerf arraché et dégénéré. On pourrait se demander s'il ne s'agirait pas là de fibres sympathiques dont les centres d'origine seraient à la périphérie. Quoi qu'il en soit, il faut reconnaître que la présence de pareilles fibres dans le bout périphérique d'un nerf arraché est une question importante qui réclame de nouvelles recherches.

Il résulte de toutes ces études que la régénérescence et la neurotisation du bout périphérique ont un caractère continu, c'est-à-dire que les fibres nouvelles se propagent du bout central sectionné vers la cicatrice intermédiaire et le bout périphérique pour arriver à leur destination. Elles ne se forment pas d'une façon discontinue, comme l'ont prétendu les partisans de la régénérescence autogène, aux dépens du protoplasma des cellules de Schwann devenues neuroblastes. Ces cellules, ou les cellules apotrophiques, ainsi que nous les avons désignées, ne créent pas de toutes pièces la fibre nouvelle; mais cette dernière s'est formée dans le bout central par continuité ou division des fibres anciennes; elle a été attirée ensuite, dirigée et même nourrie par ces cellules. La régénérescence autogène dans le sens de Bethe n'existe pas.

La façon dont les axones jeunes s'infiltrent dans les interstices et évitent les obstacles différents et le nombre de ramifications constantes qu'ils donnent prouveraient qu'ils jouissent d'une grande plasticité. Ils s'arrêtent lorsqu'ils rencontrent des obstacles et ils forment alors, suivant le cas, un épaississement, une massue, ou bien ils s'étirent sitôt l'obstacle dépassé. A leur tour, les cellules apotrophiques jouissent aussi de propriétés très spéciales, en vertu desquelles elles se déplacent et se multiplient avec une facilité étonnante, s'infiltrent dans tous les interstices en se dirigeant dans le sens de la moindre résistance; elles entraînent avec elles sur ce chemin, très accidenté parfois, les jeunes axones nés dans le bout central.

La question de l'auto-régénérescence me semble aujourd'hui complètement tranchée. Dans une première série de recherches que j'avais pratiquées avec M. Minea, nous avons adopté la manière de voir de Bethe; mais d'autres recherches nouvelles nous ont permis de confirmer celles, très soignées, de Cajal. Du reste, d'autres auteurs, comme Perroncito et Lugaro, ont également adopté la manière de voir de Cajal, ou bien ont confirmé les résultats de ses expériences. Il y a cependant encore quelques lacunes à ce point de vue. C'est ainsi, par exemple, que, chez les animaux nouveau-nés, on peut observer une atrophie très marquée, voire même la disparition d'un grand nombre de cellules nerveuses après la résection et la rupture du nerf sciatique, et cependant il y a un très grand nombre de fibres régénérées dans le bout périphérique. Dans un autre ordre d'idées, on constate la même contradiction apparente entre l'état des centres nerveux et la régénérescence. C'est ainsi que Raimums, après l'ablation de la portion inférieure de la moelle, aurait trouvé des fibres à myéline dans le sciatique.

Il est vrai que Lugaro a expliqué l'existence de ces fibres par la génération, dans le nerf sciatique dégénéré, de fibres du nerf crural et du nerf obturateur restées intactes. Mais, comme je l'ai affirmé autrefois, l'explication de Lugaro n'est pas exempte de toute critique, et il n'est pas du tout prouvé que les fibres saines d'un nerf intact peuvent pénétrer dans un autre nerf sectionné et dégénéré. Plusieurs expériences que j'ai faites confirment mon opinion à cet égard. En effet, si l'on résèque un nerf et qu'on rapproche son bout périphérique du nerf voisin, après avoir enlevé complètement le bout central, on ne constate jamais la pénétration des fibres du nerf intact dans le bout du nerf réséqué et dégénéré.

Il est connu depuis bien longtemps que les deux

bouts d'un nerf sectionné présentent une tentative très manifeste à se réunir, même lorsqu'ils ont été séparés par une grande distance, soit par la résection d'un morceau du bout central, soit en éloignant d'une façon mécanique les deux extrémités.

Cependant, on n'avait pas encore trouvé une explication vraiment plausible jusqu'au moment où Forssmann a entrepris des expériences très ingénieuses pour expliquer ce phénomène. Voici en quoi elles consistent : Dans un petit tube de collodion, l'auteur introduit, d'un côté, le bout périphérique du nerf péroné et du nerf tibial, de l'autre côté le bout central seul, soit du nerf péroné, soit du nerf tibial. Deux mois plus tard, il trouve le bout central en connexion avec les deux bouts périphériques, et, dans ces deux derniers, approximativement le même nombre de fibres nouvelles.

Il conclut de cette expérience que la pénétration des fibres nerveuses du bout central dans le bout périphérique n'est pas sous la dépendance d'une action mécanique, comme l'avaient admis autrefois Ranvier et Vanlair, mais qu'il s'agit là d'un phénomène actif de chimiotropisme, ou bien de neurotropisme positif.

En effet, les fibres du bout central ne choisissent pas leur voie dans le sens de la moindre résistance, mais elles se sentent attirées dans une direction donnée et s'accroissent dans ce sens, pénétrant aussi bien dans le bout périphérique d'un autre nerf que dans leur bout périphérique propre. Mais de quoi dépend cette force d'attraction du bout périphérique dégénéré? A cette question répond une autre expérience du même auteur.

Après avoir sectionné un nerf, il a appliqué à l'extrémité du bout supérieur deux petits tubes de collodion, dont l'un contenait du foie trituré et l'autre du cerveau. Dans ces conditions, il a observé que les fibres poussaient du bout central se dirigeant toujours du côté du tube rempli d'émulsion de cerveau. La conclusion de Forssmann, c'est que la force neurotropique est représentée par la myéline dégénérée des fibres du bout périphérique. Cette force est telle qu'elle oblige les fibres du bout central, non pas à prendre la direction de la moindre résistance, mais à se replier sur elles-mêmes, à rebrousser chemin et à prendre une direction ascendante pour se rendre à l'endroit où elles sont attirées.

L'explication proposée par Forssmann n'est pas de nature à satisfaire l'esprit. Aussi, différents auteurs ont-ils interprété différemment ses expériences. Ainsi, Bethe ne nie nullement que le chimiotropisme ne joue aucun rôle dans la réunion des deux bouts, mais il ajoute qu'il n'est pas sous la dépendance des fibres nerveuses et qu'il s'exerce par le tissu conjonctif périneural. Celui-ci s'accroît et rejoint le bout périphérique, tandis que les fibres nerveuses n'y pénètrent qu'après lui.

Dans un second article, nous exposerons les résultats que nous a donnés l'étude des transplantations nerveuses, et les conséquenses qui s'en déduisent quant au mécanisme intime de la dégénérescence et de la régénération nerveuses.

Dr G. Marinesco,
Professeur à la Faculté de Médecine de Bucarest.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE MINÉRALE

Les nombreux travaux de Chimie minérale parus dans l'année montrent l'activité qui règne dans les laboratoires. Quelques-uns présentent un grand intérêt à cause de leur nouveauté. D'autres semblent moins utiles au premier abord ; ils ont trait à des questions déjà anciennes, que l'on est habitué à considérer comme définitivement résolues. Ils apportent à la Science des faits nouveaux et viennent quelquefois substituer, à des résultats depuis longtemps admis, des conclusions complètement différentes. Ces travaux méritent donc d'être retenus.

La *Revue* doit signaler aussi les progrès accomplis en décrivant les résultats pratiques obtenus par l'application de certaines méthodes de laboratoire. On sait combien d'efforts se sont accumulés pour rendre industrielle l'expérience faite en 1780 par Cavendish et Priestley, expérience qui consiste à oxyder l'azote de l'air au moyen de l'électricité. Les récents travaux de Birkeland et Eyde ont résolu d'une manière pratique cette oxydation. La fixation de l'azote atmosphérique sous forme d'azotate est désormais une opération industrielle. Non seulement l'azote a pu être transformé en azotate ; mais, par suite d'une combinaison intermédiaire sur laquelle nous reviendrons plus loin, l'azote de l'air peut être obtenu sous forme ammoniacale. Ce sont là des résultats précieux au point de vue économique ; ils vont révolutionner une partie de l'Industrie chimique.

Les travaux qu'il nous semble utile de retenir dans cette revue peuvent se classer en trois groupes : ceux qui résultent de l'application des hautes températures ; les travaux sur les métalloïdes ; les travaux sur les métaux et les sels métalliques.

I. — Hautes Températures.

Dans la revue de 1904, nous avons montré le rôle important qu'avaient joué en Chimie minérale les hautes températures produites par le four électrique. Cette année, ce rôle n'a pas été moins brillant. Mais, à côté des températures de l'arc électrique, qui complètent des réactions que les procédés ordinaires de chauffage ne pouvaient amener jusqu'au bout, il faut signaler pour mémoire celles que produisent les réactions chimiques telles que l'oxydation de certains métaux : aluminium, magnésium. M. Zenghelis aurait réalisé par voie purement chimique des températures très élevées, analogues, dit-il, à celles du four électrique (?), en faisant brûler de la poudre d'aluminium dans un courant d'oxygène au sein d'un creuset de Hesse préalablement porté au rouge dans un four à coke. La température ainsi obtenue suffit pour fondre et même volatiliser partiellement le platine et des oxydes très réfractaires : la magnésie, la chaux et l'alumine. Par voie aluminothermique, il a été possible de réduire un mélange d'anhydride tungstique et de bioxyde de manganèse à l'état métallique et de préparer ainsi les alliages de tungstène et de manganèse à l'état pur. M. Vigouroux a préparé cette année des ferromolybdènes en réduisant les oxydes de fer et de molybdène par l'aluminium. Il a ainsi isolé quatre alliages parfaitement définis : Fe^2Mo, Fe^3Mo^2, FeMo et $FeMo^2$. Par le même procédé, il a réduit le mélange d'anhydride tungstique et d'oxyde de fer, et est arrivé à un alliage de composition identique à celle de l'un des ferromolybdènes; c'est le ferrotungstène Fe^3Tu^8.

Dans des recherches datant de plus de douze ans, M. Moissan a établi que plusieurs métaux pouvaient être volatilisés dans le four électrique. Cette année, l'illustre savant a repris ces expériences dans le but de classer les points d'ébullition d'un certain nombre de métaux. Le cuivre peut être aisément distillé au four électrique. En 8 minutes et avec un courant de 300 ampères sous 110 volts, on distille 230 grammes de métal. L'or distille aussi très rapidement, mais son point d'ébullition est supérieur à celui du cuivre; dans la distillation des alliages d'or et de cuivre, celui-ci se volatilise toujours le premier.

Le point d'ébullition augmente dans la famille du platine; il faut des courants variant de 500 à 700 ampères sous 110 volts pour transformer en vapeur le platine, l'osmium, le ruthénium, le rhodium, etc. Tandis qu'on peut distiller en 5 minutes, avec un courant de 500 ampères sous 110 volts, 150 grammes d'or, on ne peut volatiliser dans les mêmes conditions que 12 grammes de platine. Les métaux communs ont aussi des points d'ébullition très différents. C'est le manganèse qui est le plus volatil de tous, puis vient le nickel. Le chrome est moins facile à volatiliser et le fer est très réfractaire. Mais, de tous les métaux, ce sont le molybdène et le tungstène dont les points d'ébullition sont les plus élevés. Il faut chauffer le tungstène pendant 20 minutes dans un courant de 700 ampères sous 110 volts pour commencer à le volatiliser.

Ces recherches sur la volatilisation des métaux montrent qu'il n'existe pas de corps réfractaires. Tous les métaux, par une élévation de température suffisante, sont facilement liquéfiés, puis transformés à l'état gazeux.

Tous les corps simples, l'hélium excepté (sa liquéfaction n'ayant pas encore été produite), peuvent donc exister sous les trois états de la matière. Tandis que l'Institution Royale de Londres a réussi, par l'application rationnelle des basses températures, à liquéfier et solidifier les anciens gaz réputés permanents, M. Moissan, à l'aide de son four électrique, s'est posé et a résolu le problème inverse : liquéfier et volatiliser les métaux réfractaires.

C'est par l'utilisation de l'arc électrique que le problème de la fabrication industrielle du salpêtre a été résolu. Par l'action des décharges électriques sur l'air, MM. Birkeland et Eyde ont combiné l'azote et l'oxygène ; le produit de la réaction : l'oxyde azotique, est transformé par un excès d'air en peroxyde d'azote, que l'on convertit d'abord en acide azotique, puis en nitrate de calcium. Il est impossible d'entrer ici dans tous les détails techniques de cette fabrication. Nous dirons seulement qu'une usine créée à Nottoden, en Norvège, par la Compagnie Norvégienne de l'azote, et qui dispose d'une force de 30.000 chevaux, peut traiter, dans trois fours qu'elle a fait construire spécialement pour cet usage, 75.000 litres d'air par minute. Le rendement en oxyde azotique est de 1 °/₀. L'acide azotique obtenu dans cette fabrication peut servir pour la plupart des besoins industriels ; le nitrate de calcium est vendu comme engrais dans le commerce. Sa valeur au point de vue agricole ne paraît pas être sensiblement différente de celle du salpêtre du Chili.

La fixation de l'azote de l'air sous forme ammoniacale a été réalisée par le Dr Frank en collaboration avec M. Caro. La température de l'arc électrique n'est pas nécessaire ; il suffit du rouge (1.200 à 1.500°) pour l'accomplir. On sait que certains métaux alcalins et alcalino-terreux, lithium, calcium, par exemple, possèdent la propriété de fixer l'azote à la température du rouge, pour former des azotures parfaitement définis Li^3Az, Ca^3Az^2. Le Professeur Frank et M. Caro se sont demandé si les carbures de ces métaux ne jouiraient pas de la même propriété. Ils ont chauffé au rouge du carbure de cal-

cium dans un courant d'azote. Celui-ci est absorbé et produit un composé défini, la cyanamide calcique : $C^2Ca + Az^2 = CAz^2Ca + C$. Traitée par l'eau, elle se décompose aisément et fournit de l'ammoniaque : $CAz^2Ca + 3H^2O = 2AzH^3 + CO^3Ca$.

La cyanamide calcique peut donc servir à la fabrication industrielle de l'ammoniaque et des dérivés de l'ammoniaque. Bien plus, la réaction de destruction par l'eau s'effectue lentement lorsqu'on laisse séjourner la cyanamide calcique dans le sol. Elle peut donc servir d'engrais azoté.

Le Dr Frank a montré que l'ammoniac pouvait être brûlé dans l'oxygène avec un bon rendement en acide azotique. Dans des expériences récentes, Schmidt et Baker ont réalisé cette oxydation en faisant passer le mélange de gaz ammoniac et d'oxygène ou d'air dans un tube chauffé au rouge, renfermant soit du platine, soit de l'amiante platinée. 75 à 80 °/₀ de l'ammoniac sont transformés en composés oxygénés de l'azote, dont 80 à 90 °/₀ sont de l'acide azoteux.

Par sa transformation aisée en ammoniaque ou en acide azotique, la cyanamide calcique se présente donc comme un produit industriel de premier ordre. Elle est déjà fabriquée en grand à Berlin par la « Cyanidgesellschaft », et livrée sur le marché sous le nom de *chaux azotée*. Sa fabrication va permettre l'emploi et, par suite, l'écoulement des stocks de carbure de calcium et donnera peut-être un regain de vitalité aux usines à carbure.

Nous ne pouvons pas terminer ce chapitre sans signaler les intéressantes expériences de M. Armand Gautier, relatives à l'origine des phénomènes volcaniques et à la formation des eaux minérales. Ce savant a essayé de reproduire dans le laboratoire les réactions qui donnent naissance aux différents gaz que l'on trouve dans toute éruption volcanique et à donner, par suite, une explication de ce phénomène. Il a montré, en outre, par de véritables synthèses d'eaux minérales, comment pouvait être expliquée leur formation sans qu'il soit besoin de faire intervenir la présence des eaux météoriques superficielles.

En 1901, M. A. Gautier a établi que les roches primitives (granits, porphyres, gneiss, diorites, etc.), réduites en poudre et préalablement desséchées à 200°, contiennent encore de 0,7 à 7 °/₀ d'eau, qu'elles abandonnent au rouge. Dès qu'elle est mise en liberté, cette eau, réagissant sur les roches, produit une quantité très notable de gaz contenant de l'oxyde de carbone, de l'anhydride carbonique, de l'hydrogène, de l'argon, des traces de méthane, de l'hydrogène sulfuré et de l'ammoniac. Les gaz ainsi formés peuvent réagir les uns sur les autres, ainsi que le montrent les expériences de M. Gautier. Un mélange d'oxyde de carbone et de vapeur d'eau chauffé au rouge vif se décompose selon l'équation suivante : $3CO + 2H^2O = 2CO^2 + 2H^2 + CO$. A 1300°, un mélange d'anhydride carbonique et d'hydrogène se transforme en oxyde de carbone et vapeur d'eau : $CO^2 + 2H^2 = CO + H^2 + H^2O$.

Mais la vapeur d'eau peut réagir au rouge sur les sulfures métalliques, selon les équations :

$$3FeS + 4H^2O = Fe^3O^4 + 3H^2S + H^2;$$
$$Cu^2S + 2H^2O = Cu^2 + SO^2 + 2H^2;$$
$$3PbS + 2H^2O = 3Pb + 2H^2S + SO^2.$$

L'hydrogène sulfuré qui prend naissance dans ces réactions peut être à son tour partiellement détruit par les oxydes métalliques. Du gaz sulfhydrique, dirigé sur des oxydes de fer ou d'aluminium chauffés au rouge, s'est décomposé en anhydride sulfureux et hydrogène :

$$2Fe^2O^3 + 7H^2S = 4FeS + 3SO^2 + 7H^2;$$
$$4Al^2O^3 + 9H^2S = 2Al^2O^3.Al^2S^3 + 3SO^2 + 9H^2.$$

Enfin, chauffé au rouge avec l'anhydride carbonique, l'hydrogène sulfuré s'est détruit en formant une certaine quantité d'oxysulfure de carbone :

$$8CO^2 + 9H^2S = 3COS + 5CO + H^2 + 8H^2O + 6S.$$

De ces expériences, M. A. Gautier a été conduit à l'explication des phénomènes volcaniques et de l'origine des eaux thermales. Le soufre et les gaz produits dans ces réactions (H^2, CO^2, CO, H^2S, SO^2, COS) font partie des émanations volcaniques. Sous l'influence des fortes pressions qu'elles supportent, les couches terrestres peuvent, étant donné leur état d'équilibre instable, se rétracter. Les laves brûlantes, en pénétrant dans les fissures formées, déshydratent une partie des roches. L'eau mise en liberté peut réagir sur les oxydes et les sulfures métalliques constituant ces roches et produire des gaz. Ces gaz, à leur tour, peuvent réagir entre eux aux températures des profondeurs terrestres et donner naissance à un volume gazeux énorme, atteignant des pressions considérables. D'où les formidables explosions volcaniques.

Les mêmes réactions conduisent à l'explication de l'origine des eaux thermales. La quantité d'eau produite par la déshydratation des roches est grande. Non moins grande est celle qui résulte de l'action réciproque des gaz à la température du rouge. Si cette eau n'est pas rejetée par les volcans, elle peut émerger de leurs territoires et produire les eaux thermales.

La Chimie vient encore une fois à l'aide de la Géologie. Elle explique, par des réactions de laboratoire, l'origine des grandes masses de gaz et de vapeur d'eau qui se produisent dans les éruptions volcaniques. Il y a quelques années, elle avait permis d'expliquer, à la suite de synthèses très importantes faites par MM. Sabatier et Senderens, l'ori-

gine géologique de tous les pétroles que l'on trouve à la surface de la terre.

II. — Métalloïdes.

Les recherches sur le fluor ont été peu nombreuses depuis les travaux de M. Moissan. Nous avons montré l'an dernier que l'action directe du fluor sur l'oxyde azotique avait conduit au fluorure d'azotyle ou de nitryle AzO^2F. Il semblait étrange que cette action des deux corps n'ait pas donné le composé AzOF. Des recherches récentes ont montré que l'action directe du fluor sur le bioxyde d'azote ne permettait pas d'atteindre le fluorure de nitrosyle. Mais, en chauffant à 200° dans un tube de platine un mélange de fluorure d'argent et de chlorure de nitrosyle, et recueillant les produits de la réaction dans un ballon de platine refroidi par l'air liquide, on a obtenu le fluorure de nitrosyle.

C'est un gaz doué d'une activité très grande comme le fluorure de nitryle, mais qui s'en distingue aisément par la densité de vapeur (AzOF : $D = 1,7$ — AzO^2F : $D = 2,2$) et par son action sur l'iode et sur l'eau. Le fluorure de nitryle ne réagit pas sur l'iode; le fluorure de nitrosyle donne des fumées blanches de pentafluorure d'iode. Le premier, mis au contact de l'eau, se décompose avec production d'acide azotique ; le second donne de l'acide azoteux :

$$AzO^2F + H^2O = AzO^3H + HF;$$
$$AzOF + H^2O = AzO^2H + HF.$$

Il est intéressant de rechercher l'affinité chimique qu'ont entre eux les métalloïdes d'une même famille. Dans certains cas, elle est très grande (famille de l'oxygène) ; dans d'autres, elle est faible (familles de l'azote et du chlore).

On sait, d'autre part, que, lorsqu'on s'éloigne de la tête de famille, les affinités des éléments sont de plus en plus grandes. Dans la famille des halogènes, on sait préparer, par action directe des métalloïdes l'un sur l'autre, le pentafluorure d'iode, le chlorure d'iode. Cela tient au caractère très électronégatif du fluor et du chlore. Ce caractère électrochimique est assez puissant dans le brome pour que, par action directe du brome sur l'iode en excès, on ait préparé le bromure d'iode BrI. Mais ce corps est déjà très instable; il se détruit par la distillation ou par son contact avec l'eau. D'après cela, il semble que la combinaison du chlore avec le brome doive être très difficile à produire.

On décrit cependant, dans les livres classiques, le chlorure de brome, dont Balard a signalé la formation en 1826, par action directe du chlore sur le brome.

M. Lebeau a recherché récemment les conditions de formation de ce composé, et il a essayé de l'obtenir en refroidissant, par le mélange acétone et neige carbonique, le produit de l'action du chlore sur le brome. Les cristaux obtenus dans trois expériences différentes, soumis à l'analyse, ont donné une composition variable : $BrCl^{1,67}$, $BrCl^{1,47}$, $BrCl^{1,72}$. On n'est pas en présence d'un composé défini; les cristaux sont constitués par un mélange de chlore et de brome solides. En 1880, M. Berthelot, ayant étudié la chaleur de formation du chlorure de brome, avait trouvé un nombre très faible; la nature définie de ce corps lui parut suspecte. Néanmoins, malgré les réserves faites par ce savant, les livres classiques ont continué à décrire le chlorure de brome comme un composé bien défini. Les travaux de M. Lebeau montrent que ce corps doit être rayé, dès à présent, des livres de Chimie.

Le fluor et le brome sont séparés dans la famille par le chlore. Le caractère très électronégatif du fluor laissait espérer sa combinaison directe avec le brome et, de fait, M. Lebeau a isolé l'an dernier le fluorure de brome.

Il n'en est pas de même pour le chlore. Son caractère électronégatif permettait de penser qu'il résisterait à toute action du fluor. M. Lebeau a essayé d'obtenir la combinaison de ces deux éléments à basse température, en opérant soit avec un excès de fluor, soit avec un excès de chlore. Les expériences faites en variant les conditions de la réaction lui ont montré que le fluor et le chlore ne s'unissent pas directement. Le chlore liquéfié dissout le fluor, mais ce dernier se dégage au point de solidification du chlore. En présence de l'eau, le fluor oxyde le chlore et le transforme complètement en acide hypochloreux.

D'après ces résultats, il semble bien que, dès à présent, on puisse arrêter la liste définitive des combinaisons des métalloïdes halogènes entre eux, aux corps suivants : BrF, BrI, ClI et ICl^3 et IF^5.

L'oxybromure de carbone $COBr^2$, dont la préparation a été indiquée par Emmerling et Besson, n'est jamais pur. Il est toujours souillé d'oxychlorure et il est indiqué dans les traités de Chimie comme un liquide bouillant de 12° à 30°. On voit combien est peu définie cette température d'ébullition. Elle est loin de correspondre à un composé pur. De nouvelles recherches ont été faites cette année par Von Bartal, qui a montré que ce corps peut être préparé par une méthode analogue à celle qui fournit l'oxychlorure de carbone. L'union de la vapeur de brome avec l'oxyde de carbone se fait soit en présence du chlorure d'aluminium, soit par action de la décharge électrique silencieuse sur le mélange du gaz oxyde de carbone et de la vapeur de brome. La saponification du tétrabromure de carbone au moyen d'acide sulfurique très

concentré le produit aussi à l'état pur avec un rendement très satisfaisant. Obtenu par l'une quelconque de ces trois méthodes, l'oxybromure de carbone constitue un corps bien défini, bouillant à 64°5, de densité 2,45 à 15°, et beaucoup plus stable vis-à-vis de l'eau que l'oxychlorure de carbone.

La liste des nouveaux gaz de l'air va-t-elle s'accroître encore d'une unité? Dans une étude qu'il a faite en 1903 des spectres du néon, du krypton et du xénon, M. E. Baly a montré que les spectres des deux derniers présentent 37 raies de même intensité. Il émettait l'hypothèse que ces raies devaient appartenir à un gaz plus lourd, du même groupe, et qui constitue vraisemblablement une impureté des deux gaz précédents. De nouvelles recherches de M. Rudolf Schmidt semblent montrer que le xénon n'est pas un gaz unique, mais un mélange de plusieurs gaz.

L'un d'eux a pu être séparé et une partie de son spectre ultra-violet a été mesurée. Sous l'action de la décharge électrique, le nouveau gaz donne une magnifique lueur verte. Si l'on fait éclater dans sa masse de longues étincelles, on obtient une coloration bleu-rougeâtre. L'étude de ce gaz est encore trop peu avancée pour que l'on puisse déterminer sa nature exacte et ses constantes physiques.

On sait que ces gaz de l'air sont réfractaires à toute combinaison. Lord Rayleigh et Sir W. Ramsay n'ont jamais réussi à obtenir l'union de l'argon avec un corps quelconque. MM. Collie et Ramsay ont constaté la même inertie de la part de l'hélium. MM. Berthelot et Moissan n'ont pas réussi à former des combinaisons définies avec l'argon. M. E. Cooke semble avoir été plus heureux. En opérant à des températures élevées, de 1200° à 1300°, il a obtenu des combinaisons avec des corps relativement volatils. Il y a une tendance à la combinaison de l'argon avec le zinc; mais le cadmium n'a aucune affinité. Le mercure se combine avec l'argon et l'hélium; le sélénium jouit des mêmes propriétés. Que sont ces combinaisons? Sont-elles des corps bien définis? L'auteur a négligé de les décrire.

La plupart de ces nouveaux gaz ont été trouvés dans un grand nombre de sources thermales. Il y a déjà quelques années, Lord Rayleigh et Ramsay avaient isolé l'argon des eaux de Bath; MM. Bouchard et Troost l'ont trouvé dans l'eau de la Raillère, M. Moissan dans la source Bordeu de Luchon, etc. M. Moureu a voulu généraliser cette étude, dans le but d'établir la présence de l'hélium dans les sources thermales. L'existence de ce gaz dans ces sources se rattache d'une manière étroite au phénomène de la radio-activité. M. Moureu a étudié quarante-trois sources appartenant à des régions diverses de la France et de l'Étranger.

Par le seul examen spectroscopique direct du mélange des gaz rares qui se dégagent du griffon (argon, hélium, néon, krypton, xénon), il a reconnu la présence de l'argon dans les quarante-trois sources étudiées, et celle de l'hélium dans quarante et une sources.

Après avoir soumis ce mélange gazeux au fractionnement, par le charbon refroidi à l'aide de l'air liquide selon la méthode de Dewar, M. Moureu a reconnu aussi l'existence du néon dans ces gaz. On peut donc admettre comme établie la présence générale de l'hélium dans les eaux thermales. Or, on sait que le radium et l'actinium engendrent spontanément de l'hélium, et que ces deux corps et leurs émanations sont très répandus dans les substances terrestres. Il résulte de là que l'hélium provenant soit du radium, soit de l'actinium, doit se rencontrer dans la majeure partie des gaz souterrains.

III. — Métaux et Sels métalliques.

Nous avons montré plus haut qu'il avait été possible de déterminer, à l'aide du four électrique, la température d'ébullition des métaux communs, ou du moins d'établir un classement dans les points d'ébullition de ces métaux. Des divergences existent dans les températures d'ébullition des métaux alcalins, et, pour quelques-uns d'entre eux, elles ne sont pas connues. On ne sait pas à quelles températures se volatilisent le cæsium et le rubidium. Pour le potassium, Perman donne, comme température d'ébullition, 667°. Carnelley et Williams fixent cette température entre 719° et 731°. Le sodium se volatiliserait à 742° (Perman), et le lithium au-dessus du rouge. La difficulté de détermination de ces températures tient à ce que ces métaux attaquent les vases dans lesquels on produit leur ébullition. Ruff et Johannsen ont trouvé que la vapeur des métaux alcalins est sans action sur le fer. Ils ont pu les distiller dans une cornue en fer forgé privée de soudure. Les températures des vapeurs de ces métaux ont été prises à l'aide d'un couple platine-platine rhodié, convenablement protégé. Les auteurs ont trouvé comme points d'ébullition les nombres suivants : Cæsium, 670°; Rubidium, 690°; Potassium, 757°; Sodium, 877°. Quant au Lithium, le point d'ébullition serait supérieur à 1400°. A cette température, la cornue de fer commence à se ramollir, et il n'a pas été possible de trouver le moment exact où ce métal commence à bouillir.

Ces nombres sont bien différents de ceux que l'on trouve dans les ouvrages classiques. Ils suivent bien la croissance des poids atomiques et rentrent dans les courbes de fusion de la classification périodique.

Les combinaisons de ces métaux alcalino-terreux avec l'ammoniac liquéfié continuent à faire l'objet de nombreuses recherches. Le strontium-ammonium, dont une étude complète a été faite récemment par M. Rœderer, se comporte comme les autres métaux-ammoniums et donne lieu aux mêmes réactions.

Dans ces derniers temps, Otto Ruff et Geisel ont repris en détail l'étude des combinaisons des métaux alcalins avec l'ammoniac liquéfié. Ils arrivent à cette conclusion que l'on ne se trouve pas en présence de véritables combinaisons chimiques, de corps définis. Les métaux-ammoniums seraient constitués par un mélange mécanique du métal inaltéré, plus ou moins poreux, avec la solution saturée de ce métal dans l'ammoniac. Ils auraient pu effectuer la séparation du métal et de l'ammoniac en pressant dans un linge la masse très refroidie. La solubilité du métal dans l'ammoniac liquéfié varierait avec la température. C'est, d'ailleurs, ce qui semble résulter de l'étude du strontium-ammonium. M. Rœderer a montré que sa composition change quand la température s'élève. Elle serait à :

-60°.	$Sr + 6{,}38\ AzH^3$
-45°.	$Sr + 6{,}26\ AzH^3$
-23°.	$Sr + 6{,}15\ AzH^3$
0°.	$Sr + 6{,}01\ AzH^3$

Que l'on n'ait pas affaire à de véritables composés définis, cela est peut-être probable. Mais on ne doit pas perdre de vue que, si on élève leur température, ces corps ont une tendance à la dissociation. Quoi qu'il en soit, que ces métaux-ammoniums soient des corps définis ou des solutions des métaux dans l'ammoniac liquide, ils n'en restent pas moins des agents précieux pour la synthèse chimique. Nous avons déjà signalé dans la revue précédente les propriétés curieuses qu'ils possèdent. Il faut en ajouter d'autres.

De même qu'ils transforment les dérivés monochlorés forméniques en carbures saturés correspondants :

$$C^nH^{2n+1}Cl + 2AzH^3Na = C^nH^{2n+2} + AzH^2Na + NaCl + AzH^3,$$

de même ils réagissent sur les dérivés halogénés disubstitués, où les deux halogènes sont sur deux atomes de carbone différents, pour les transformer en carbures éthyléniques :

$$\begin{array}{l} CH^2Cl \\ | \\ CH^2Cl \end{array} + 2AzH^3Na = 2NaCl + 2AzH^3 + \begin{array}{l} CH^2 \\ \| \\ CH^2 \end{array}$$

$$CH^2Br.CHBr.CH^3 + 2AzH^3Na = 2NaCl + 2AzH^3 + CH^2 : CH^2 - CH^3.$$

Au contraire, les bichlorures qui ont leur chlore sur le même atome de carbone ne sont pas attaqués. C'est le cas du chlorure de méthylène CH^2Cl^2, du chlorure d'éthylidène CH^3CHCl^2, du chloracétol $CH^3CCl^2CH^3$, etc.

Tandis que, pour les substitués monochlorés, il y a formation d'un amidure métallique, il ne s'en produit pas pour les dérivés dichlorés consécutifs. Le métal-ammonium agit à la manière du sodium ou du potassium.

Une réaction de même nature se produit avec les alcools non saturés. Sans que la double liaison disparaisse, l'oxhydrile alcoolique est simplement remplacé par un atome d'hydrogène. On obtient un carbure éthylénique et un alcoolate d'un alcool incomplet :

$$2CH^2 : CH.CH^2OH + 2AzH^3Na = CH^2 : CH.CH^3 + 2AzH^3 + CH^2 : CH.CH^2ONa + NaOH.$$

Les combinaisons de l'oxyde de carbone avec les métaux-ammoniums conduisent aux métaux-carbonyles, qui se prêtent à des réactions chimiques très variées que nous avons déjà fait connaître. L'oxyde de carbone fournit aussi avec le nickel et le fer des combinaisons de même nature, parfaitement définies : le nickel-carbonyle $Ni(CO)^4$ et le fer-carbonyle $Fe(CO)^5$, dont l'étude a été faite par Mond, Langer et Quincke, et aussi par Berthelot et Dewar. Récemment, Dewar et Jones ont déterminé à nouveau les constantes physiques du fer-carbonyle et fait une étude nouvelle de ce corps. Les résultats obtenus diffèrent en certains points de ceux qui sont inscrits dans les livres classiques. On trouve, dans ces derniers, que la décomposition du fer-carbonyle par les halogènes et les acides oxygénés, acide sulfurique, acide azotique, fournit un sel ferrique et de l'anhydride carbonique. Ceci est en contradiction avec les expériences récentes de Dewar et Jones. Les halogènes et les acides décomposent le fer-carbonyle avec production d'un sel ferreux et d'oxyde de carbone selon l'équation :

$$Fe(CO)^5 + SO^4H^2 = SO^4Fe + 5CO + H^2.$$

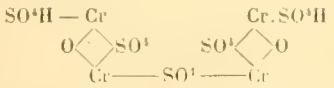
D'autre part, lorsqu'on abandonne le fer-carbonyle, ou sa dissolution dans les solvants organiques, à l'action de la lumière solaire, il se dédouble en oxyde de carbone et un composé plus complexe : $2Fe(CO)^5 = Fe^2(CO)^9 + CO$. Mond et Langer avaient montré que, dans cette même destruction, il se produisait du fer-heptacarbonyle $Fe^2(CO)^7$.

Le composé $Fe^2(CO)^9$ de Dewar et Jones se dépose, pendant la décomposition du fer-carbonyle, à l'état d'un solide cristallin orangé où l'on peut distinguer de petites plaques hexagonales. Chauffé seul, il se détruit à son tour vers 100° en oxyde de carbone et fer-pentacarbonyle liquide, avec dépôt de fer : $Fe^2(CO)^9 = Fe(CO)^5 + Fe + 4CO$. Chauffé d'ailleurs avec de l'oxyde de carbone sous pression, il est complètement transformé dans le composé liquide

normal $Fe(CO)^5$. Une réaction colorée permet de distinguer aisément le composé liquide du corps solide. Ce dernier, chauffé avec de l'éther et du toluène, produit une intense coloration verte que ne donne pas le fer-pentacarbonyle. Ces travaux nouveaux de Dewar et Jones fixent les propriétés des carbonyles de fer; ils montrent que le composé de Mond et Langer n'a pas la composition indiquée, mais possède un double atome de fer.

Des travaux effectués sur les sels métalliques, nous ne retiendrons que ceux de M. Colson sur les sels de chrome. On sait que l'hydrate chromique existe sous deux formes bien définies : l'hydrate bleu clair ou vert, obtenu en précipitant un sel chromique vert par l'ammoniaque, et l'hydrate violet, qui est précipité par l'ammoniaque dans les solutions des sels violets de chrome.

Au premier correspondent les sels violets de chrome, les sels chromiques, dont le type est le sulfate $(SO^4)^3Cr^2$. Au second se rattachent les sels verts dont le type est l'acide chromosulfurique de Recoura $(4SO^4)Cr^2.H^2.11H^2O$, sel complexe où ne peuvent être décelés de suite l'acide sulfurique et le chrome. M. Colson a montré que, lorsqu'on précipite l'alun violet de chrome par l'ammoniaque, il donne un hydrate vert. Cet hydrate vert, dissous dans l'acide sulfurique, donne un composé vert répondant à la formule : $(SO^4)^5Cr^4.OH^2$. Si l'acide est en quantité insuffisante, on a un composé basique $(SO^4)^5Cr^4O$, vert comme le précédent. C'est un sel nouveau qui n'a plus la constitution des sels chromiques violets, ni celle de l'acide chromosulfurique. En effet, tandis que les premiers sont immédiatement précipitables par le chlorure de baryum, et que l'acide chromosulfurique n'est attaqué qu'après plusieurs jours, le nouveau sel de Colson est précipité immédiatement par $BaCl^2$, mais seulement trois molécules d'acide sulfurique sont atteintes. Deux restent dissimulées dans la molécule du sel et le chlorure de baryum ne peut pas les précipiter. M. Colson explique ces faits en admettant que le nouvel hydrate vert n'est pas $Cr^2(OH)^6$, mais un oxyde de formule : $(OH)^2Cr.O.Cr(OH)^2$, et le sel provenant de la dissolution de cet oxyde dans l'acide sulfurique aurait pour constitution :

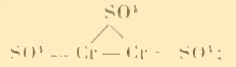


Pour justifier la constitution du nouvel oxyde vert, M. Colson a préparé le sel normal de cet oxyde avec l'acide acétique. En le traitant, en effet, par ce dernier acide étendu, on a une solution qui donne par évaporation dans le vide des paillettes amorphes répondant à la formule : $(C^2H^3O^2Cr)^2O(CrC^2H^3O^2)^2$. Dans cet acétate, l'oxyde de chrome n'est pas immédiatement déplacé par la potasse. A 0°, la liqueur reste limpide plusieurs jours; à 20°, quelques heures, et à 60°, quelques minutes.

Les travaux de M. Colson ne s'arrêtent pas là. En traitant par l'anhydride sulfureux une solution refroidie d'anhydride chromique, on obtient une solution verte qui, évaporée dans le vide, puis maintenue pendant quelques jours dans le vide sec, abandonne un corps solide vert foncé dont la composition est celle du sulfate chromique violet : $(SO^4)^3Cr^2, 10H^2O$. Les solutions étendues de ce sel conservent leur couleur verte et précipitent par le chlorure de baryum. Ces deux propriétés différencient nettement ce nouveau sel : 1° du sulfate chromique violet ; 2° de l'acide chromosulfurique de Recoura. Lorsqu'on fait bouillir sa solution aqueuse, il se dédouble en acide sulfurique et en pentasulfate $(SO^4)^5Cr^4O$. Ce pentasulfate est vert, et sa solution conserve cette teinte. Il est identique au sel basique vert signalé plus haut.

Dans ce nouveau sulfate chromique vert, il y a deux radicaux SO^4 dissimulés dans la molécule, non précipitables par les sels de baryum. Or, M. Colson a montré que l'action de l'eau pouvait amener la disparition des radicaux dissimulés et que l'absorption d'une molécule d'eau correspond à la disparition d'un radical SO^4 dissimulé. On peut ainsi passer de la formule $(SO^4)^3Cr^2$ aux sels : $(SO^4)^2Cr^2(SO^4H)(OH)$, $(SO^4)Cr^2(SO^4H)^2(OH)^2$ et $Cr^2(SO^4H)^3(OH)^3$. Mais alors, on conçoit la possibilité de l'existence de sulfates acides, tels que $Cr^2(OH)^2(SO^4H)^4$, ou $Cr^2(SO^4H)^6$; et, de fait, M. Colson a préparé le composé $Cr^2(OH)^2(SO^4H)^4$ par action de SO^2 sur le mélange d'anhydride chromique et d'acide sulfurique en solution concentrée.

On voit, par ces travaux, combien est complexe la question des sels de chrome. L'hydrate violet peut être obtenu par l'action de l'ammoniaque sur les sels violets, mais cette même action, produite avec l'alun violet, donne aussi un hydrate vert. Il en résulte qu'à ces deux formes d'hydrates correspondent : 1° des sels violets, déjà connus, les sels chromiques; 2° des sels verts qui diffèrent essentiellement des précédents par la précipitation incomplète de leur acide. Ces sels nouveaux sont de deux sortes : les uns isomères des sels chromiques $(SO^4)^3Cr^2$ et ayant vraisemblablement la constitution suivante :



les autres, se rapprochant plutôt des sels de Recoura, de formule : $(SO^4)^5Cr^2OH^2$, mais précipitant une partie de leur acide par le chlorure de baryum.

A. Mailhe,
Chargé d'un Cours complémentaire de Chimie à la Faculté des Sciences de Toulouse.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Bachmann (P.). — **Zahlentheorie (Versuch einer Gesamtdarstellung dieser Wissenschaft in ihren Hauptteilen).** *Fünfter Teil* : **Allgemeine Arithmetik der Zahlenkörper.** — 1 *vol. in-8° de* 548 *pages.* (*Prix* : 16 *marks.*) *Teubner, éditeur. Leipzig.*

Voici une nouvelle occasion, offerte au public français, de se faire une idée de la théorie des corps algébriques. Nous avons eu l'occasion de rappeler ici même combien cette théorie, et bien d'autres d'Arithmétique supérieure, étaient ignorées dans notre pays. L'Ecole française a, d'ailleurs, d'assez beaux et d'assez nombreux travaux à son actif dans d'autres voies pour pouvoir renoncer à explorer celle-ci, et ce n'est pas nous qui songerons à blâmer la tendance, toujours plus forte, par laquelle nos mathématiciens sont entraînés vers le domaine réel et les applications concrètes. Peut-être, cependant, certains d'entre eux n'auront-ils pas, sans une certaine mélancolie, parcouru, l'année dernière, le premier volume des œuvres d'Hermite, et constaté que, de ces beaux travaux dus au génie du géomètre français, la plupart n'ont pas été poursuivis chez nous et y sont restés à peu près inconnus. Ce sont ceux-là, on peut l'espérer, qui tiendront à rattraper le temps perdu et seront heureux de trouver pour cela l'ouvrage de M. Bachmann.

Il n'est pas besoin de dire que le sujet y est étudié avec la conscience qui est la qualité dominante de l'auteur. M. Bachmann n'entend pas innover : il expose, le plus complètement qu'il peut, nos connaissances présentes, sans y rien ajouter peut-être, mais sans en négliger une parcelle. C'est dans cet esprit qu'il traite les propriétés communes aux corps de nombres algébriques en général, réservant à un prochain volume les propriétés, si remarquables, de certaines catégories particulières de corps.

Faut-il maintenant analyser les divers chapitres dont se compose son livre? Tous, depuis le premier, seront entièrement nouveaux pour la plupart des lecteurs français; tous, jusqu'au dernier, sont essentiels à connaître. Le premier, c'est la notion même de *corps algébrique.* Le dernier est la curieuse et originale méthode, sorte de généralisation hardie de la représentation décimale, par laquelle M. Hensel développe les nombres algébriques en séries. Entre les deux se déroule cette extraordinaire création de la pensée qui s'appelle la théorie des idéaux et que l'auteur expose conformément à la marche indiquée par Dedekind. Rien que par l'audace de la conception, par la grandeur de l'effort accompli, elle mérite que nos mathématiciens se l'assimilent et la méditent.

JACQUES HADAMARD,
Professeur adjoint à la Sorbonne.
Professeur suppléant au Collège de France.

Vivanti (G.), *Professeur à l'Université de Messine.* — **Theorie der eindeutigen analytischen Funktionen** (THEORIE DES FONCTIONS ANALYTIQUES UNIFORMES). *Traduction allemande de* A. GUTZMER. — 1 *vol. in-8° de* 512 *pages.* (*Prix* : 16 *fr.*) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1906.

Cet ouvrage est la traduction allemande de la « Théorie des fonctions analytiques » de Vivanti, parue en italien il y a cinq ans, et qui rencontra un accueil très favorable dans la péninsule. L'adaptation qu'en donne aujourd'hui M. Gutzmer est la consécration de ce succès et nous montre en quelle estime les mathématiciens d'outre-Rhin tiennent l'œuvre de M. Vivanti.

Izart (J.), *Ingénieur civil des Mines.* — **Méthodes économiques de combustion dans les chaudières à vapeur.** — 1 *vol. in-8° de* 213 *pages avec nombreuses figures.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Dunod et Pinat. Paris*, 1906.

Ainsi que l'auteur le dit fort bien dans sa préface, l'utilisation du combustible, qui est le pain de l'industrie, intéresse celle-ci au plus haut point : elle constitue un des éléments principaux de l'abaissement des prix de revient. M. Izart s'est proposé d'exposer les meilleurs moyens de réaliser pratiquement cette économie. Son travail, dit-il, n'a aucune prétention au rigorisme scientifique, et il a cherché « à le dépouiller de tout caractère mathématique, lequel embrouille parfois les choses qu'il prétend éclairer » ; ce dernier aphorisme est tout au moins contestable et nous en laissons la responsabilité à l'auteur.

Le caractère essentiellement pratique de l'ouvrage ressort des cinq divisions adoptées :

1° Etude économique de la combustion ;
2° Pertes et rendement dans la combustion ;
3° Choix d'un combustible économique ;
4° Economie dans les méthodes de chauffe ;
5° Appareils pour le contrôle de la chauffe.

Le plan de l'auteur est logique et rationnel : après avoir étudié la manière dont s'opère la combustion et dressé le bilan des pertes qu'elle ne peut éviter, il aborde la question du choix du combustible, de la meilleure façon de le brûler et des procédés permettant de contrôler une utilisation normale. Tout cela est présenté avec clarté et méthode et sans trop de redites.

Pour conclure, M. Izart se demande comment on réalisera l'économie de charbon, qui fait l'objet de son travail : « Il suffit de savoir et de vouloir », répond-il, et il ajoute qu'il faut aux industriels du raisonnement et de l'initiative, ce qui est parfaitement vrai.

Plus de soixante-dix pages sont consacrées aux renseignements numériques relatifs aux températures, aux combustibles, au tirage, aux pertes thermiques, aux récupérations, aux consommations, aux coûts et aux prix de revient : le lecteur y trouvera de nombreuses données utiles à l'industrie, que l'auteur a recueillies avec beaucoup de patience et d'esprit pratique.

AIMÉ WITZ,
Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille

2° Sciences physiques

Hœgner (Paul). — **Lichtstrahlung und Beleuchtung.** — 1 *vol. in-8 de* 66 *pages avec* 37 *figures et de nombreuses tables. N° 8 de l'Elektrotechnik in Einzel-Darstellungen.* (*Prix* : 3 *fr* 75.) *F. Vieweg und Sohn, éditeurs. Braunschweig*, 1906.

Ce petit volume est destiné à aider l'électrotechnicien dans le projet et l'exécution d'installations d'éclairage, en particulier dans le choix, la distribution et la détermination de l'intensité des lampes à arc. L'auteur montre par quelques exemples comment le rayonnement lumineux dans l'espace, le courant lumineux, ainsi que l'intensité lumineuse moyenne peuvent se calculer au moyen de la forme de la surface et de la luminosité superficielle du corps éclairant. Il donne de nombreuses tables, qui fournissent rapidement des résultats utilisables pour les cas qui se représentent le plus fréquemment dans la pratique.

Comme on le voit, la Collection électrotechnique de M. Benischke, que nous avons déjà signalée à plusieurs reprises, se complète d'ouvrages toujours utiles et pratiques.

Moureu (Ch.), *Professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.* — **Notions fondamentales de Chimie organique** (*deuxième édition, revue et augmentée*). — 1 *vol. in-8° de* 320 *pages.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1906.

Il y a quatre ans, j'ai déjà souhaité la bienvenue au livre que M. Moureu venait alors de faire paraître sous le même titre : l'avenir a réalisé mes espérances et s'est montré favorable à la tentative de l'auteur. Aussi suis-je particulièrement heureux de recevoir la deuxième édition de cet ouvrage, dont je me contenterai de dire qu'il est encore supérieur à son ancien, parce qu'il s'est accru des connaissances acquises pendant ces dernières années.

M. Moureu a voulu que son livre reste au courant des progrès de la science et il a spécialement développé l'emploi des méthodes de Grignard, de Sabatier et Senderens, de Bouveault et Blanc à la préparation des hydrocarbures et des alcools. A noter aussi quelques indications historiques sur les principales découvertes relatives à la Chimie ancienne et moderne, dont la rareté était manifeste dans la première édition.

Il nous paraît impossible de réunir sous un volume aussi restreint un plus grand nombre de données; c'est dire que le plan adopté par M. Moureu était bon : il lui assurera certainement un nouveau et légitime succès.

L. Maquenne,
Membre de l'Institut.
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

Dowson (J. E.) et **Larter** (A. T.). — **Producer Gas** (Le gaz de gazogène). — 1 *vol. in-8 de* 296 *pages avec* 73 *fig.* (*Prix* : 13 *fr.* 15.) *Longmans, Green and C°*, 39, *Pasternoster Row*, *Londres.* 1906.

L'emploi du gaz de gazogène est aujourd'hui si répandu et ce produit est fabriqué avec des combustibles si divers, que le moment était venu d'entreprendre un exposé complet de cette question.

Le fonctionnement pratique des gazogènes en relation avec les fours et les moteurs à gaz est aujourd'hui assez bien connu; mais on est moins renseigné sur la thermochimie des phénomènes et sur les principes et conditions dont dépend une marche avantageuse des gazogènes. Les auteurs ont donc consacré leurs trois premiers chapitres à la considération de la formation du gaz de gazogène à un point de vue strictement théorique : les résultats théoriques sont ensuite comparés à ceux de la pratique et l'on en déduit un certain nombre d'indications dont les constructeurs et les industriels pourront faire leur profit.

C'est Bischof, de Mägdesprung (dans le Harz), qui fabriqua le premier gazogène en 1839 ; mais son invention ne fit guère de progrès jusqu'en 1857, époque où Frederick Siemens fit connaître sa combinaison de gazogène et de four à régénération. Cette importante invention et d'autres améliorations subséquentes furent introduites en Angleterre par son frère, Sir William Siemens, auquel on est surtout redevable du grand mouvement donné à l'emploi du gaz de gazogène pour les fours requérant des températures hautes et uniformes. Il montra non seulement qu'on économise du combustible en le convertissant préalablement en un gaz, mais encore que beaucoup d'opérations industrielles importantes peuvent être accomplies avec des fours chauffés au gaz, alors qu'elles sont impossibles par chauffage direct avec un combustible solide. Plusieurs modifications et améliorations ont été apportées par d'autres techniciens aux gazogènes et aux fours; tous les types notables sont décrits et discutés par les auteurs.

Dans les fours, le gaz est utilisé tel qu'il est produit par le gazogène. Pour des travaux plus simples, par exemple lorsqu'il est brûlé dans un bec, il doit être auparavant refroidi et purifié. C'est M. J. E. Dowson qui, en 1878, proposa la première installation de ce genre.

Mais un développement plus important était réservé au gaz de gazogène par suite de son emploi dans les moteurs à gaz. C'est encore M. Dowson qui, en 1881, lança cette nouvelle application en présentant à l'Association britannique pour l'avancement des Sciences un modèle de son installation actionnant un moteur à gaz Otto de 3 chevaux, ce qui fit dire à Sir H. Bramwell que cinquante ans plus tard le moteur à gaz aurait surpassé la machine à vapeur. Si cette prophétie n'est pas encore accomplie, il faut constater qu'il n'est pas rare aujourd'hui de voir des moteurs de 1.500 à 2.000 chevaux travailler avec du gaz de gazogène dans des conditions très satisfaisantes. Une modification intéressante qui a suivi l'emploi du gaz de gazogène dans les moteurs a été l'adoption des types à succion, relativement récente, et que les auteurs examinent en détail.

L'ouvrage se termine par l'examen des divers combustibles qui peuvent servir d'aliment aux gazogènes, les méthodes d'analyse chimique et de détermination du pouvoir calorifique de ces substances ainsi que du gaz qu'elles produisent.

Les auteurs estiment que l'emploi du gaz de gazogène est appelé à se répandre considérablement par suite de l'économie et de la simplification du travail qu'il permet de réaliser sur d'autres combustibles; l'œuvre si claire qu'ils ont écrite contribuera aussi pour sa part, en faisant connaître les facteurs scientifiques et techniques du problème des gazogènes, à hâter cette évolution.

Louis Brunet.

3° Sciences naturelles

Costantin (J.), *Professeur au Muséum national d'Histoire naturelle.* — **Le Transformisme appliqué à l'Agriculture.** — 1 *vol. in-8° de la Bibiothèque scientifique internationale de* 300 *pages avec* 105 *gravures.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Félix Alcan, éditeur. Paris*, 1906.

La grande question exposée par M. Costantin comporte deux points de vue : l'un, purement théorique et philosophique, qui intéresse surtout les savants spéculatifs; l'autre, essentiellement pratique, auquel se placent principalement les techniciens de l'agriculture et de l'horticulture. L'auteur a fait ressortir ce double point de vue d'une façon remarquable. L'intérêt du problème philosophique se soutient de lui-même par la considération du commencement et de la fin des êtres vivants; celui du problème pratique est démontré surabondamment par les progrès qu'ont suscités, en Agriculture et en Horticulture, les sélections, les hybridations, les mutations qui ont transformé parfois très profondément les propriétés et les caractères d'un grand nombre de variétés d'animaux domestiques, de plantes de grande culture et de végétaux d'ornement.

Nous devons être reconnaissants à M. Costantin de nous avoir fait profiter de sa compétence personnelle en exposant, dans son ouvrage, les principes du transformisme et l'étude des facteurs de la variation dans le règne végétal. Les philosophes et les agronomes trouveront là à glaner une ample moisson de théories et de faits dont ils pourront tirer profit; l'auteur aura ainsi réalisé son désir « de rapprocher les théoriciens et les praticiens et de leur apprendre à s'estimer et à s'aider ».

L'ouvrage est divisé en deux grandes parties : la première, consacrée aux petites espèces et à la mutation; la seconde, aux facteurs de la variation.

Le rôle économique et l'importance des variétés sont bien mis en relief par le cas du sélectionnement de la betterave, par les transformations du chou, du blé, qui ont donné naissance aux diverses variétés exploitées actuellement avec grand avantage. Les travaux de Jordan, la sélection artificielle d'après Lamark et Darwin, la sélection naturelle et la notion de la lutte pour l'existence, enfin la découverte de la mutation et l'étude de ce phénomène font l'objet d'autant de chapitres détaillés. Comme applications de ces recherches,

M. Costantin nous offre l'exemple du Laboratoire de Svalöf, en Suède, où l'initiative individuelle a permis de sélectionner plusieurs types de céréales et de plantes diverses et de les mieux approprier à leur destination.

Parmi les facteurs de la variation, le mode de culture et les façons culturales, l'action du climat et des saisons, du sol et de l'alimentation sont examinés en donnant à l'appui les exemples de la betterave, de la vigne, des arbres fruitiers, d'un grand nombre de plantes horticoles; l'influence des mutilations et de la greffe, le rôle du parasitisme et de la symbiose, fournissent aussi d'utiles et nombreuses applications. Il nous est d'ailleurs impossible de citer ici tous les faits et toutes les théories rappelés et développés dans cet ouvrage, qui constitue l'un des recueils les plus complets et les plus originaux que la science possède actuellement sur le sujet traité.

A. Hébert.

Brücker (E.), *Docteur ès sciences, professeur au Lycée de Versailles.* — **Sciences naturelles (Anatomie et Physiologie animales et végétales, Paléontologie, Hygiène)**, *pour les classes de Philosophie, Mathématiques, Saint-Cyr, Ecole Navale, Institut agronomique.* — 2 *vol. in-8° jés.* (*Prix* : 4 *fr. chaque.*) *Ch. Delagrave, éditeur. Paris*, 1906.

Chaque année voit éclore un ou plusieurs manuels d'Histoire naturelle, généralement fort bien faits, à l'usage des classes supérieures de l'enseignement secondaire; en voici un de plus, conforme aux programmes du 31 mai 1902.

Le premier volume renferme la monographie de l'Homme (anatomie, physiologie, développement), abstraction faite, bien entendu, de la reproduction, car il est bien connu que, dans l'enseignement secondaire, les plantes seules ont le droit d'avoir des organes mâles et femelles. Puis vient une Zoologie débutant par les formes les plus inférieures pour finir aux Mammifères, et enfin un aperçu historique sur les connaissances précédentes. Le second volume débute par la Paléographie (continents et mers d'autrefois), et une Paléontologie disposée suivant l'ordre zoologique avec une histoire succincte des industries préhistoriques de l'Homme. Puis vient l'organisation et la vie des plantes supérieures, la reproduction des Angiospermes, Gymnospermes et Cryptogames, et des notions de Paléobotanique. C'est ensuite le tour des plantes sans chlorophylle (*Neottia*, Orobanche, Champignons, Bactéries), de l'histoire des fermentations et des maladies microbiennes. Une quatrième et dernière partie est consacrée à l'Hygiène (maladies microbiennes classées suivant le mode de dissémination, hygiène de l'habitation, du corps; les aliments et les boissons).

Il y a peu de lacunes dans cet ensemble, et la plus grave d'entre elles tient peut-être aux programmes, que je connais fort peu, je l'avoue; il n'y a absolument pas de classification botanique pour les plantes supérieures; peut-être, après tout, est-il plus utile, dans la vie courante, de connaître les Ptéridospermées que les Ombellifères, Solanées ou Graminées.

Un manuel tel que celui-ci peut être considéré sous trois points de vue : les faits, la rédaction et la méthode d'exposition. M. Brücker est généralement très renseigné, tout est bien au courant, bien au point, il n'y a à relever que des broutilles insignifiantes : les Arabes ne secouent pas le pollen des fleurs mâles sur les Dattiers femelles; ils agissent plus sagement en attachant une inflorescence mâle au milieu du bouquet de feuilles de l'arbre femelle; je n'aime guère les Monères, ni les néphridies des Rotifères, ni les deux feuillets des mésentères; c'est un peu vieillot ou même erroné. Dans le texte, M. Brücker ne cite pas de noms de savants, et il a raison, car cela ne dit rien du tout aux élèves, mais pourquoi alors ces notices historiques parfaitement inutiles parce que parfaitement incomplètes? Pourquoi, en botanique, Camerarius, pourquoi Gœthe, très surfait d'ailleurs sous ce rapport, et pas Nägeli, ni Hugo Mohl, ni de Bary, ni Sachs, ni Tulasne, ni Thuret, ni Pringsheim, ni Brongniart, ni tant d'autres; il est assez curieux que, suivant cette notice, depuis 1850, ce sont les seuls professeurs actuels du Muséum et de la Sorbonne qui ont fait progresser la Botanique; quelque admiration qu'ils méritent, c'est peut-être un peu d'exclusivisme.

M. Brücker est nettement transformiste; la continuité et l'évolution des êtres ressortent très heureusement partout où cela est possible, et, n'était son affection immodérée pour les arbres généalogiques, même les plus discutables, il n'y aurait que des éloges à faire.

La rédaction est très bonne, claire, abondamment illustrée; avec grande raison, M. Brücker a débarrassé le plus possible son texte des termes par trop rébarbatifs et des désignations absolument inutiles, tels que les noms des canaux des glandes salivaires ou des modifications de l'ovule; je regrette vivement l'absence d'étymologies, d'autant plus nécessaires qu'on sait moins de latin et de grec.

L'auteur a un souci constant de se référer aux réalités, même les plus vulgaires, et on ne peut encore que l'en louer; il n'y a pas de mal à ce que l'élève sache exactement à quoi correspondent le mou, les rognons, le ris de veau et les tripes.

Passons à la méthode : M. Brücker annonce que son livre est ordonné suivant un plan tout nouveau, inductif, au lieu d'être faussement déductif comme les autres manuels; c'est-à-dire, si j'ai bien compris, qu'il cherche à suivre l'ordre historique de nos connaissances, à passer d'une approximation grossière à une deuxième approximation plus précise, pour arriver enfin à l'examen microscopique, à la structure cellulaire; il reproche assez vivement aux traités antérieurs de débuter par la définition de la vie, la définition de la cellule abstraite, le groupement des cellules en divers tissus, pour continuer par la monographie des organes et appareils.

Il me paraît qu'il y a de nombreux intermédiaires entre ces deux absolus, mais n'importe, je ne veux envisager que le résultat. Et je dois dire qu'il est déplorable; la méthode de M. Brücker aboutit à un curieux gâchis; qu'on en juge : pages 9 à 30, description succincte du squelette par régions; pages 45 à 48, dans l'Histologie, description histologique de l'os et du cartilage; pages 177 et suivantes, redescription du squelette, mélangée aux muscles, articulations et ligaments; pages 215 à 226, structure microscopique et développement de l'os, suivi de l'étude des poils et des dents. Bien entendu, tous les endroits où l'on parle du squelette sont séparés par des chapitres quelconques.

Il y a un certain chapitre intitulé l'Appareil sécréteur qui renferme un fouillis sans nom : les cellules à mucus, les glandes en grappe (salivaires, sébacées et mammaires), les glandes en tube de l'intestin, les glandes sudoripares et les reins, puis le foie et les glandes closes (corps thyroïde, capsules surrénales, rate et thymus). Il y a un paragraphe sur la fonction glycogénique page 171 et un autre page 328, alors qu'il serait logique de grouper tout ce qui a rapport aux réserves après l'absorption intestinale. Il est vraiment bizarre de parler des réflexes à la fin de l'anatomie, dans le système nerveux, alors qu'on en aurait eu constamment besoin pour expliquer en bonne place les réglages de la digestion, du cœur, etc.

La dispersion des renseignements concernant un même organe est naturellement beaucoup plus sensible dans la partie zoologique que dans la botanique, mais on la rencontre encore dans cette dernière. Je ne sais si, malgré les éminentes qualités du Manuel de M. Brücker, il ralliera les naturalistes à la méthode inductive, et aux descriptions par approximations successives.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Second Report of the Wellcome research Laboratories at the Gordon memorial College (Khartoum). Department of Education. — 1 *vol. de* 255 *pages. Londres*, 1906.

Dès l'année 1904 a été installé, à Khartoum, un Laboratoire d'étude des maladies tropicales, de leur bactériologie et de leur prophylaxie. Dans ce même laboratoire sont étudiées les eaux, l'hygiène des habitations et du sol, les conditions possibles d'exploitation agricole, industrielle et minière du pays. Ce laboratoire fonctionne sous la direction de M. A. Balfour. Il a déjà fourni un premier Rapport en 1904.

Le second, édité dans le cours de l'année 1906, renferme des études très détaillées sur l'épidémiologie du pays, notamment sur la trypanosomiase humaine et animale, la prophylaxie du paludisme, la lèpre, etc.

La maladie du sommeil est fréquente dans les provinces de Kordofan, de Bahr-el-Gazal, de Gayeluba. Tous les gouverneurs de district ont été invités à fournir des renseignements sur la nature et la répartition des mouches dangereuses. Il a été possible, ainsi, d'établir la répartition des *Glossina palpalis*, *morsitans*, *longipennis*, etc., ainsi que des *Stomoxys* et des diverses Muscidées.

Les Anophelines et les *Stegomya* abondent dans le Soudan anglo-égyptien. M. Théobald, dont la compétence sur ce sujet est bien connue, fait la description des nombreuses espèces qu'il a rencontrées. La lutte contre les moustiques a déjà réduit considérablement leur nombre à Khartoum et diminué la proportion des cas de paludisme parmi les troupes anglo-égyptiennes.

De nombreuses figures, planches et cartes, illustrent cette intéressante publication. Dr H. Vincent,

Professeur à l'Ecole d'application du Val-de-Grâce (Paris).

5° Sciences diverses

Pensa (Henri). — **La République et le Canal de Panama.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 344 *pages, accompagné d'une carte en couleurs de l'Amérique centrale et des tracés projetés du Canal interocéanique.* (*Prix*: 7 *f.* 50.) *Hachette et C ie, éditeurs. Paris*, 1906.

M. Henri Pensa, dont la compétence, en matière de politique extérieure et de colonisation, est bien connue, vient de consacrer un nouvel ouvrage à la très importante question d'actualité du Canal et de la République de Panama. Ce livre, qui traite de sujets ressortissant à l'économie politique et au droit, débute par des considérations géographiques et géologiques, en même temps que l'introduction témoigne de préoccupations scientifiques que nous devions signaler tout d'abord aux lecteurs de cette *Revue*. Cet esprit et cette méthode apparaissent comme la caractéristique de cet ouvrage, qui nous semble marquer une date et signaler une évolution des plus intéressantes. « Il y a toujours quelque intérêt, dans une étude d'ordre politique, écrit l'auteur, à s'inspirer, autant que cela est possible, des méthodes d'observation et d'analyse qu'un des plus grands savants, Darwin, rapporta du voyage qu'il fit sur le *Beagle* autour de l'Amérique du Sud. Certaines conditions sont nécessaires aux collectivités humaines comme aux espèces animales pour leur organisation et leur prospérité. L'étude des circonstances où est née la petite République de Panama permettra de les observer sans peine. » Et, après avoir décrit les fluctuations de la politique dite mondiale, après avoir noté la prépondérance des intérêts économiques, M. Pensa ajoute : « Les hommes qui doivent être considérés comme ayant réellement déterminé ces graves transformations dans l'équilibre des groupements humains sont certainement ces savants désintéressés, ces promoteurs de découvertes qui ont rendu ces transformations faciles et par conséquent nécessaires, plutôt que les hommes d'Etat ou les soldats, simples directeurs et metteurs en scène de pièces dont ils ne sont pas les auteurs. » Pasteur avait déjà écrit : « La science, dans notre siècle, est l'âme de la prospérité des nations et la source vive de tout progrès. Sans doute la politique, avec ses fatigantes et quotidiennes discussions, semble être notre guide. Vaine apparence! Ce qui nous mène, ce sont quelques découvertes scientifiques et leurs applications ».

C'est dans cet esprit et avec ces préoccupations que M. Pensa entreprend l'historique de la jeune République de Panama. Nous ne pourrions noter ici les détails qui le composent, mais on peut se demander la raison du rapide succès de cette révolution sans violence, alors que les insurrections précédentes, étaient restées sans résultat. L'auteur répond en citant Aug. Comte : « Toute action politique est suivie d'un effet réel et durable quand elle s'exerce dans le même sens que la force de la civilisation, lorsqu'elle se propose d'opérer des changements que cette force commande actuellement. L'action est nulle, ou du moins éphémère, dans toute autre hypothèse ». Il faut reconnaître qu'en cette circonstance les Américains ont bien agi dans le sens de la civilisation. La République de Panama devait être créée, parce que le progrès du droit international public tend à éviter les conflits armés et à faire prédominer les solutions conformes aux aspirations de la majorité des habitants; parce que la géographie et la géologie de l'isthme apprennent que seule la voie de Panama était réalisable; et, enfin, parce que l'étude de la condition économique des Etats-Unis a démontré que la création d'un canal interocéanique était une nécessité absolue pour eux. M. Pensa pense aussi qu'une telle œuvre aura, au point de vue américain, des résultats incalculables. « Elle fortifiera la puissance maritime des Etats-Unis en rapprochant ses deux côtes du Pacifique et de l'Atlantique; elle assurera la mise en valeur commerciale de tous les Etats américains orientés vers le Pacifique par les industriels, les commerçants et les armateurs américains, tandis qu'actuellement ces Etats relèvent à tous égards de l'industrie, du commerce et de la marine marchande de l'Europe. Par cette mainmise sur l'Amérique du Sud, le canal accroîtra la productivité de ces Etats, où l'indolence espagnole laisse en jachère des richesses naturelles infinies, et par les capitaux qu'il permettra aux Américains d'importer, par les chemins de fer, les ports qu'ils créeront, ceux-ci hâteront la prospérité de territoires sensiblement aussi vastes que ceux mêmes des Etats-Unis. Les Etats-Unis pourront de leurs villes ouvrières de l'Est exporter au Japon, en Chine, en Australasie, leurs produits manufacturés à aussi bon compte que ceux qui viennent d'Europe par Suez, et ils auront sur ceux-ci la supériorité du prix de revient qui sera certainement abaissé aux Etats-Unis, par rapport au prix de revient en Europe, les matières premières étant abondantes et les frais généraux singulièrement allégés ». Quant aux conséquences qui en résulteront pour l'Europe, l'auteur affirme qu'elles ne seront pas celles qui, de 1881 à 1889, ont été partout répandues par la Compagnie universelle du Canal. « Si l'on éprouve quelque étonnement, c'est qu'il ait été possible pendant près de dix ans de représenter l'œuvre de Panama comme ayant un intérêt national français, uniquement parce qu'il avait plu à des financiers de mettre en action la grande notoriété acquise à M. de Lesseps par l'ouverture du canal de Suez et alors que rien, ni dans la nature du travail, ni dans son prix de revient, ni surtout dans ses conséquences économiques pour l'Europe et la France en particulier, ne permettait d'établir la moindre comparaison entre les deux entreprises de Suez et de Panama. L'Europe n'avait pas plus à réaliser une pareille œuvre qu'il ne lui appartiendrait actuellement d'en empêcher le succès ». Ces considérations nous paraissent tout à fait justes, et nous sommes d'autant plus heureux de les retrouver dans ce livre, dont nous avons signalé la valeur scientifique de la méthode, qu'une récente étude de la même question nous avait conduit à des conclusions identiques. Pierre Clerget,

Professeur à l'École Supérieure de Commerce de Lyon.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 28 Janvier 1907.

La Commission spéciale présente la liste suivante de candidats pour la place d'Académicien libre laissée vacante par le décès de M. Bischoffsheim : 1° Le Prince **Roland Bonaparte**; 2° MM. **J. Carpentier, V. Cornil, J. Tannery** et **L. Teisserenc de Bort.**

1° Sciences mathématiques. — M. **Arm. Lambert** a étudié les propriétés analytiques et l'indépendance des coefficients du développement de la fonction perturbatrice. — M. **E. Waelsch** présente ses recherches sur les fonctions sphériques et leurs multipèdes. — M. **M. d'Ocagne** étudie la représentation par points alignés de l'équation d'ordre nomographique 3 la plus générale. — M. **G. Koenigs** présente ses recherches sur la courbure des courbes enveloppes dans le mouvement le plus général d'un corps solide dans l'espace. — M. **P. Duhem** démontre que, tant que la discontinuité est suffisamment petite, la vitesse de propagation de l'onde de choc rapportée au fluide en aval est plus grande que la vitesse du son dans le même fluide; le sens de l'inégalité doit être renversé pour le fluide en amont. — M. **I. Lagarde** corrige les éléments calculés par Encke pour l'éphéméride de la comète 1819 IV (Blanpain), ce qui augmente la possibilité de la capture de cet astre par Jupiter.

2° Sciences physiques. — M. **D. Berthelot** estime que, s'il faut tenir grand compte des valeurs expérimentales des compressibilités des gaz déterminées par M. Guye et ses collaborateurs, le mode de calcul indirect de ces grandeurs qu'il a appelé réduction des constantes critiques doit être abandonné. — M. **H. Morel Kahn** a observé que les carbures de baryum et de strontium dissolvent le carbone à peu près dans la même proportion que le carbure de calcium. — M. **V. Auger** a préparé du métaphosphate cuivreux par action de l'acide métaphosphorique au rouge sombre sur un excès de cuivre et précipitation dans le chlorure de méthyle. Il est très instable et se décompose assez vite en métal et sel cuivrique. — M. **P. Carle** montre l'influence nuisible de la silice dans le dosage du fluor dans les eaux minérales et la nécessité de l'éliminer préalablement. — M. **E. Chablay** propose une nouvelle méthode de dosage des halogènes dans les composés organiques par chauffage avec les métaux-ammoniums en tube ouvert; la méthode est simple et exacte. — M. **Alb. Colson** poursuit ses recherches sur les sulfates chromiques condensés. — MM. **Amé Pictet** et **Eug. Khotinsky**, en dissolvant à froid l'anhydride azotique dans l'anhydride acétique et distillant sous pression réduite, ont obtenu l'azotate d'acétyle, $CH^3CO^2AzO^2$, qui se comporte, vis-à-vis des substances aromatiques, comme un agent nitrant d'une grande puissance. — M. **A. Wahl**, en faisant passer un courant d'anhydride nitreux sur le benzoyl-acétate d'éthyle, a obtenu le benzoylglyoxylate d'éthyle, Eb. 150°-153° sous 13 mm. — M. **E. Léger** a préparé un certain nombre de dérivés de l'hordénine : tartrates neutre et acide, chlorométhylate, benzoylhordénine, etc.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** montre que l'utilisation (digestion, absorption, assimilation) des aliments dans l'organisme entraîne une surconsommation d'oxygène, indicative d'un accroissement de la dépense énergétique de l'économie animale, accroissement faible avec les hydrates de carbone, plus accentué avec les graisses et très marqué avec les albuminoïdes. — M. **A. Guébhard** montre que les phénomènes de vision verte décrits par M. Fortin s'expliquent par une soustraction du rouge opérée par l'œil : celui-ci, laissant passer presque librement le spectre du sang qui l'irrigue, est mis, par rapport au rouge, dans un état d'anesthésie régressive ou de fatigue. — MM. **A. Charrin** et **Goupil** ont reconnu que les extraits musculaires sont beaucoup plus riches en produits toxiques qu'on ne le croyait. — MM. **M. de Rothschild** et **H. Neuville** décrivent deux nouvelles espèces d'Antilopes de l'Afrique centrale : le *Cephalophus centralis* et le *Cephalophus æquatorialis Bakeri*. — M. **R. Anthony** montre que l'*Hemibradypus Marcyi* constitue l'anneau qui manquait dans la chaîne qui relie l'*Hapalops* aux Paresseux d'aujourd'hui. — MM. **W. Lubimenko** et **A. Maige** ont constaté qu'à aucun stade de développement du pollen du *Nymphea alba* et du *Nuphar luteum* il ne se produit, dans les noyaux reproducteurs, de réduction quantitative absolue de la masse chromatique. — M. **A. Lacroix** a étudié la constitution minéralogique des roches qui constituent le dôme récent de la Montagne Pelée : à la base, elles sont faiblement microlitiques et pauvres en tridymite, non quartzifères; au sommet, on trouve le type le plus cristallin, riche en trydimite et quartzifère.

Séance du 4 Février 1907.

L'Académie procède à l'élection d'un Académicien libre; le prince **Roland Bonaparte** est élu. — M. Berthelot annonce à l'Académie le décès de M. **D. J. Mendéléeff.**

1° Sciences mathématiques. — M. **Z. de Geöcze** présente ses recherches sur la quadrature des surfaces courbes. — MM. **P. Tsoucalas** et **J. Vlahavas** démontrent que la force ascensionnelle de l'aéroplane est la moitié de celle de l'hélicoptère pour la même dépense et la même hélice; en plus, l'hélicoptère n'a pas besoin de plans sustentateurs. — M. **J. Baillaud** a trouvé, sur les clichés de la carte du ciel, l'image de nouvelles étoiles variables à variations lumineuses très rapides; l'une, en particulier, subit en trente minutes une augmentation d'éclat d'au moins une grandeur et demie. — MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja** exposent les recherches poursuivies à Meudon, en 1906, sur les parties peu connues de l'atmosphère solaire, en particulier les vapeurs productrices des raies spectrales noires et les amas de particules décelés par un spectre continu.

2° Sciences physiques. — M. **G. Bigourdan** montre qu'une dépression barométrique importante a suivi l'augmentation de l'émission de grisou qui a été la cause des explosions de Lens et de Sarrebruck le 28 janvier. — M. **J. Amar** déduit de ses recherches que la réfraction d'un gaz composé est la somme des réfractions des atomes qui entrent dans la molécule. — MM. **G. A. Hemsalech** et **C. Tissot** ont employé un transformateur à circuit magnétique ouvert traversé par un courant alternatif en régime de résonance pour obtenir de fortes étincelles électriques. — M. **L. Malclès** montre que la paraffine anglaise du commerce, fusible vers 72°, présente une stabilité diélectrique parfaite, c'est-à-dire n'indique ni surcharge, ni résidu. Les diélectriques solides, tels que le verre, l'ébonite, le mica, présentent encore une surcharge et un résidu. — M. **J. de Kowalski** présente une nouvelle théorie de la phosphorescence et de la fluorescence, basée sur la présence, dans les corps doués de ces propriétés, de systèmes corpusculaires *électronogènes*, expulsant des électrons sous l'influence d'une énergie extérieure, et *luminophores*, qui deviennent lumineux après avoir

absorbé une quantité d'électrons relativement petite. M. **D. Berthelot** a calculé les poids moléculaires de divers gaz (H^2, Az^2, CO, CO^2, Az^2O, HCl, AzH^3, SO^2) par la méthode des densités-limites. Il trouve des résultats assez concordants avec ceux des autres expérimentateurs, sauf pour AzO^2 et AzH^3. — M. **P. Freundler** a préparé l'éther-oxyde de l'alcool $\alpha\alpha$-dichlorisopropylique, Eb. 145°-146°, et l'aldéhyde dibromacétique. — MM. **L. Meunier** et **E. Desparmet**, en faisant réagir l'amidure de sodium sur les dérivés polyhalogénés de carbures, ont constaté que chaque molécule d'amidure enlève une molécule d'acide halogénhydrique. D'autre part, l'amidure s'emploie dans beaucoup de cas comme substitut de l'éthylate de sodium pour l'obtention de dérivés sodés. — M. **G. André** a déterminé la composition des sucs extraits des tiges et des feuilles de divers végétaux : la concentration est à peu près invariable, quelle que soit la pression. — MM. **J. Auclair** et **L. Paris** ont constaté que le bacille de Koch renferme 33,8 °/₀ de matières adipo-cireuses. L'acido-résistance n'est pas fonction de ces seules matières, mais appartient en propre, à des degrés variés, à toutes les parties constituantes du bacille.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Chauveau** poursuit l'exposé de ses recherches démontrant la supériorité de la dépense énergétique attachée à l'assimilation des aliments albuminoïdes. — M. **A. Laveran** a trouvé, chez des moutons provenant de Ségou et ramenés en France par M. Cazalbou, deux Trypanosomes, dont une espèce voisine du *Tr. dimorphon*, mais qui ne saurait lui être identifiée ; l'auteur la nomme *Tr. Pecaudi*. — Mme **M. Phisalix** a fait l'autopsie de l'éléphant d'Afrique Sahib, mort en six jours d'une affection aiguë au Muséum le 29 janvier. Il a succombé à un coup de froid, qui a provoqué chez lui une congestion pulmonaire intense, accompagnée d'une pleurésie aiguë double avec épanchement. — M. **Ed. Chatton** décrit l'*Apodinium mycetoides*, qu'il a observé attaché au tégument de *Fritillaria pellucida*. Il se rapproche des Péridiniens libres. — M. **Ph. Glangeaud** a étudié la chaîne des Puys et a observé une dissymétrie des deux versants : le versant Ouest offre une pente assez douce, tandis que le versant Est se termine par un brusque escarpement. — M. **A. Michel-Lévy** poursuit l'étude des terrains paléozoïques de la bordure orientale du Plateau central. Les schistes famenniens s'étendent notablement dans le sud-ouest du Morvan. — M. **L. Bertrand** a constaté que la direction normale armoricaine des plis hercyniens dans les Pyrénées est profondément troublée, dans la partie orientale de la chaîne, par des plis à direction varisque. — M. **J. Boussac** estime que les dépôts éocènes du massif armoricain et de la zone de Roncà doivent être attribués au Bartonien inférieur.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 29 Janvier 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **P. Budin**, membre de l'Académie.

M. **A. d'Espine** décrit sa méthode de diagnostic précoce de la tuberculose des ganglions bronchiques chez les enfants, qui repose sur l'auscultation de la voix. Les premiers signes de l'adénopathie bronchique consistent, en effet, dans un timbre surajouté à la voix, qu'on peut appeler chuchotement dans le premier stade et bronchophonie dans un stade plus avancé. — M. **Brunon** communique les résultats du traitement hygiénique, à l'hôpital, de cent cas de tuberculose pulmonaire infantile au cours d'une période de cinq ans. Ce traitement consiste dans la vie en plein air, une grande propreté des enfants et des salles, avec alimentation ordinaire. L'augmentation de poids s'est produite rapidement et la guérison a été obtenue dans la plupart des cas. — M. le Dr **Le Clerc** lit un Mémoire sur le tremblement essentiel héréditaire.

Séance du 5 Février 1907.

M. **E. Kirmisson** signale un cas de myosite tuberculeuse à foyers multiples chez un enfant de dix ans. — M. **A. Netter** entretient l'Académie de 120 cas d'accidents infectieux relevés en moins de quatre mois dans douze villes de France et qui ont ceci de commun : c'est qu'ils ont tous pour origine l'ingestion d'huîtres provenant de la même localité, Cette. Les cas les plus nombreux ont revêtu l'apparence de troubles gastro-intestinaux (diarrhée, colique, etc.), plus ou moins graves et plus ou moins persistants. Les cas de fièvre typhoïde nettement établie ont été au nombre de 33, avec une mortalité élevée : 7 décès, soit 21,1 °/₀. La cause de ces accidents doit être attribuée à la pollution des huîtres, qui, à Cette, sont conservées dans des parcs placés dans des canaux qui reçoivent les égouts de toute l'agglomération, et, par ceux-ci, les déjections de ses habitants. On pourrait purifier les huîtres en les plaçant, avant de les livrer à la consommation, pendant une huitaine de jours dans de l'eau de mer pure et renouvelée, où elles se débarrasseraient de leurs bacilles. M. **J. Chatin** insiste sur l'efficacité de cette dernière mesure, qui active considérablement la phagocytose chez l'huître et lui permet d'éliminer les souillures dont elle est chargée. — M. **N. Gréhant** a simplifié les procédés d'analyse des gaz combustibles tels que le formène et l'oxyde de carbone, ce qui permettrait de faire ces analyses jour et nuit dans les exploitations de houille. — M. **Armagnac** donne lecture d'un travail sur une échelle optométrique polyoptotypique.

Séance du 12 Février 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **G. Daremberg**, Correspondant national.

M. **P. Berger** présente un Rapport sur un travail de MM. **Rochard** et **de Champtassin** sur le traitement des atrophies musculaires consécutives aux épanchements articulaires, en particulier à l'hydarthrose. Ils remplacent l'immobilisation jointe à la compression de l'articulation en cause (procédé généralement usité) par des exercices d'entraînement basés sur le principe des résistances calculées et progressives. Les résultats sont, en général, satisfaisants. — M. **Fernet** présente le Rapport de la Commission de revision de la nomenclature des maladies. Cette Commission propose de diviser les maladies en cinq classes : 1° maladies causées par des agents physiques ou *physinoses* ; 2° maladies causées par des agents chimiques ou *chiminoses* ; 3° maladies causées par des agents animés ou *bionoses* ; 4° maladies causées par des agents moraux ou intellectuels ou *psychonoses* ; 5° maladies causées par des agents de nutrition ou *trophonoses*. Chacune de ces classes se divise en un certain nombre de genres : on a alors une série d'affections génériques suivant la nature des agents qui les ont déterminées. Les manifestations locales des maladies causées par ces agents seront désignées par le nom de l'organe suivi du terme *pathie* : encéphalopathie, gastropathie, etc..., en les accompagnant d'un mot qui désigne la cause : tuberculeuse, syphilitique, etc.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 2 Février 1907.

M. **L. Capitan** recommande l'emploi du collargol en injections intramusculaires qui donne de bons résultats quand tout autre mode d'administration est impossible. — M. **H. Iscovesco** a trouvé, dans le liquide céphalo-rachidien normal, une matière albuminoïde électro-négative ayant les propriétés d'une globuline et un autre colloïde, soluble, électro-négatif. — MM. **H. Iscovesco** et **A. Matza** montrent que la pénétration d'un sel dans l'organisme par le courant électrique, quand elle peut se faire, ne consiste qu'en un échange, avec l'organisme, de cathions et d'anions. — MM. **H. Labbé**

et G. **Vitry** ont constaté que, dans l'ictère par rétention, où la bile cesse de passer dans l'intestin et apparaît dans l'urine, la moyenne des sulfo-éthers urinaires éliminés augmente considérablement. — M. **Ed. Retterer** signale, d'après une communication du Dr Appellof, que, dans les mers du Nord, où la marée est faible, il n'y a pas de périodicité régulière dans l'épanouissement ou le retrait des tentacules des Actinies. — M. **M. Nicloux** montre que la substance oxydée par le bichromate contenue dans le sang et les tissus d'un animal anesthésié par l'éther est de l'éther seul. L'éther ne se transforme pas en alcool éthylique dans l'organisme. — M. **Speroni** considère la cellule épithélioïde comme la première manifestation de la dégénérescence du tubercule. — M. **E. Maurel** montre que l'activité et l'alimentation sont les deux principaux facteurs de la fixation de la marche nychthémérale de la température : ils peuvent, chacun à leur tour, acquérir la prépondérance suivant les espèces animales et les conditions dans lesquelles elles vivent. — M. **Cl. Regaud** signale deux cas de néoplasmes malins chez le rat coexistant avec une helminthiase extra-intestinale. — M. **A. Cavasse** décrit quelques nouveaux caractères du microbe qu'il a découvert en 1904 dans les crachats de la coqueluche. — M. **R. Dubois** signale un phénomène de simili-conjugaison chez les formes obtenues par l'action du chlorure de baryum sur la gélatine. — M. **Em. Géraudel** montre que le foie de l'homme est un foie monolobulé, tandis que le foie du porc est un foie multilobulé. — MM. **Cl. Gautier** et **Ch. Hervieux** ont observé qu'après extirpation du foie la presque totalité de l'indol administré aux grenouilles n'est plus transformée en chromogène indoxylique. — M. **M. Weinberg** a reconnu que les larves d'Helminthes, en traversant la muqueuse intestinale, sont, pour la plupart, dépouillées des microbes qu'elles portent à leur surface ; toutefois, certaines larves réussissent à introduire les microbes dans le courant circulatoire et même dans la sous-muqueuse. — MM. **R. Lépine** et **Boulud** montrent que le collargol augmente d'une manière durable le pouvoir cytolytique du sang. — MM. **Chiray** et **Sartory** ont constaté la présence constante de l'*Endomyces albicans*, parasite du muguet, dans l'intestin des enfants qui ne sont pas nourris au sein.

M. **G. Bohn** est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 9 Février 1907.

M. **G. Bohn** montre l'impossibilité d'étudier avec une précision mathématique les oscillations de l'état physiologique chez les animaux littoraux. — M. **N. H. Swellengrebel** présente ses recherches sur le *Spirillum giganteum* et le *Spirochaeta Balbianii*. — M. **H. Piéron** a étudié l'adaptation à la recherche du nid chez les fourmis ; il y a reconnu trois types : un visuel, un olfactif et un musculaire. Le premier permet l'orientation aux plus grandes distances, le dernier aux plus faibles. — M. **E. L. Backmann** a constaté que le lactate de soude provoque, chez le cœur isolé et survivant des Mammifères, une diminution brusque et violente de l'amplitude des contractions, remplacée ensuite par une très lente augmentation. — MM. **R. Dubois** et **E. Couvreur** ont répété sur le *Pieris brassicae* les expériences de Mlle von Linden, qui aurait observé une décomposition de CO^2 par les chrysalides avec fixation de C. Six séries d'expériences n'ont donné que des résultats négatifs. — M. **E. Maurel** estime que la lumière joue, après l'alimentation et l'activité, une certaine influence sur la marche nychthémérale de la température normale. — M. **H. Stassano** présente un nécessaire clinique pour la pratique du séro-diagnostic; on utilise directement le sang du malade, au lieu du sérum, et on le fait agir sur des émulsions de bacilles tués. — M. **Ch. Fouquet** a observé une forme rectiligne du *Spirochaete pallidum*, qui lui paraît représenter un stade plus avancé du parasite, presque spécial aux lésions tertiaires. — M. M. **Kollmann** a reconnu que les cellules sanguines des Scorpionides et des Aranéides renferment des granulations à caractères chromatiques ambigus et qu'on ne peut classer nettement dans aucune des catégories d'Ehrlich. — MM. **A. Frouin** et **P. Thomas** ont constaté que les glucosides ne sont pas dédoublés par le suc intestinal frais, mais bien par celui qui est resté en contact avec les cellules qu'il renferme. — M. **A. Marie**, par des injections pastoriennes très virulentes et rapprochées, a obtenu un sérum antirabique doué de fortes propriétés neutralisantes pour le virus rabique. — MM. **A. Charrin** et **Monier-Vinard** montrent que la ligature des branches de l'artère mésentérique entraîne des modifications intestinales qui retentissent sur le développement, soit en troublant les fonctions physiologiques de la digestion, soit en mettant en jeu l'auto-intoxication et parfois l'infection, soit en compromettant l'intégrité du foie.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 18 Janvier 1907.

La Société procède au renouvellement de son Bureau. Sont élus :

Vice-président : M. **H. Deslandres**;
Secrétaire-général : M. **H. Abraham**;
Vice-secrétaire : M. **A. Dufour**;
Archiviste-trésorier : M. **Pellin**.

Séance du 1er Février 1907.

M. **C. Tissot** : *Réalisation de la syntonie par l'emploi des detecteurs bolométriques.* Le problème de la syntonie dans la télégraphie sans fil est tout à fait semblable à celui qu'a résolu M. Mercadier pour la télégraphie avec fil; il s'agit de permettre à plusieurs groupes de correspondants d'échanger des dépêches par l'intermédiaire du même milieu de transmission sans pour cela se gêner réciproquement. La solution donnée par M. Poulsen au moyen de l'arc chantant est d'un maniement difficile et se prête mal à l'obtention de grandes amplitudes. M. Tissot obtient une syntonie très suffisante par un procédé dont l'application ne présente aucune difficulté. Des expériences préalables ont montré que l'antenne à excitation directe donne des vibrations trop amorties pour donner lieu à une résonance franche. Le montage par induction est beaucoup meilleur ; une variation de fréquence de 0,1 suffit alors pour faire descendre de 100 à 5 l'amplitude reçue dans un détecteur convenable. Ce détecteur ne saurait être un cohéreur, lequel n'est sensible qu'à l'amplitude. Un détecteur intégrateur devient nécessaire et, en l'excitant par un circuit accordé, le bolomètre convient pour cet emploi : pour un temps suffisamment court (0 sec. 01 par exemple), sa déperdition est négligeable et il accumule pendant ce temps la chaleur produite par plusieurs milliers d'ondes. Ce récepteur a, il est vrai, le défaut d'être peu sensible; M. Tissot lui a fait subir une modification extrêmement ingénieuse, qui en fait en même temps un instrument aussi pratique qu'on peut le désirer : il fait passer dans les branches du pont un courant alternatif et remplace le galvanomètre ordinaire par un téléphone qui est beaucoup plus sensible et d'un usage particulièrement facile, surtout à bord. Les indications deviennent en même temps plus rapides. Une grosse difficulté restait à surmonter : il n'existe pas de moyen simple pour produire des ondes hertziennes entretenues. M. Tissot a fait la juste remarque qu'on obtiendrait les mêmes effets en envoyant par l'antenne une série de trains d'ondes très rapprochés, et à fréquence constante. Il suffit donc de produire les ondes par un appareil Tesla peu amorti, et de faire fonctionner ce Tesla un grand nombre de fois par seconde. L'emploi d'un interrupteur Wehnelt (1.000 interruptions, soit 1.000 trains par seconde) a donné de très bons résultats. Mais la puissance est limitée. Un arc chantant ordinaire, facile à manœuvrer, et dont le circuit vibrant agissait par induction sur le Tesla, a permis

d'obtenir sans peine 3.500 trains d'ondes par seconde, et la transmission a pu, dans ces conditions, se faire facilement jusqu'à 40 kilomètres. La solution du problème est donc complète, car, si M. Tissot s'est arrêté dans ses essais à une distance très modérée, c'est uniquement parce que les moyens dont il disposait sur place l'obligeaient à produire le courant alternatif par un procédé en quelque sorte indirect. Mais il existe actuellement des alternateurs dont la fréquence s'élève à 500 périodes par seconde, et précisément M. Tissot se propose d'employer directement des machines de ce genre pour actionner le producteur d'ondes proprement dit. — **M. V. Crémieu** présente ses recherches sur la gravitation qu'il a déjà exposées ici même [1]. — **M. O. de Faria** : *Transformateur électrolytique des courants alternatifs en courants redressés ondulatoires.* L'extension prise par les distributions à courants alternatifs, par suite de la grande facilité avec laquelle ils peuvent être transformés et transmis à grande distance, a fait chercher des dispositifs permettant de les transformer en courants continus, ces derniers étant nécessaires à certaines applications pour lesquelles les courants alternatifs ne peuvent être utilisés directement. La caractéristique du transformateur de Faria consiste en la circulation automatique de l'électrolyte et dans le choix du métal le plus convenable des électrodes : aluminium pur du commerce, plomb antimonié et phosphate de soude comme électrolyte. Grâce à cette circulation, la température ne peut plus dépasser certaines limites. Cette circulation n'est autre chose qu'un véritable courant de convection. La polarisation est complètement supprimée. Le rendement des transformateurs de Faria varie de 65 à 75 °/₀ en watts. Les principales applications sont la charge des accumulateurs, marche des bobines d'induction sur les courants alternatifs, lampes à arc et aux vapeurs de mercure, moteurs, galvanoplastie; enfin, toutes les applications des courants continus sur les courants alternatifs. — **M. G. Millochau** : *Recherches sur la température effective du Soleil.* Après avoir rapidement exposé les grandes lignes de l'histoire de l'actinométrie et rappelé la définition d'un corps noir ou radiateur intégral, l'auteur expose le principe du pyromètre Féry et décrit l'appareil qui a servi aux mesures faites au mont Blanc sur la température effective du Soleil. MM. Féry et Millochau ont mesuré cette température au centre de l'image solaire à diverses altitudes, et à chaque poste d'observation à des hauteurs différentes du Soleil au-dessus de l'horizon, ainsi que la variation de cette température suivant un diamètre. Ils donnent les résultats suivants : 5.660° pour un radiateur intégral qui, substitué au Soleil, produirait le même effet que le centre du disque solaire; 6.130° pour le même radiateur entouré d'une atmosphère absorbante produisant les effets constatés. Le rayonnement calorifique du bord n'est que les 45 °/₀ du rayonnement au centre.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 25 Janvier 1907.

M. P. Freundler entretient la Société de ses recherches sur les propriétés des azoïques orthocarboxylés et sur leur transformation en dérivés *C*-oxy-indazyliques. Il discute également la constitution des azoïques et celle des dérivés benzéniques en général. — **M. H. Guillemard** expose les résultats qu'il a obtenus dans l'étude des conditions de stabilité des carbylamines. Ces corps s'unissant facilement, même à froid, aux iodures alcooliques, on ne pourra les obtenir, par l'alcoylation des cyanures, que s'ils s'isolent à l'état de combinaison avec le cyanure. D'autre part, ces combinaisons des cyanures et des carbylamines se dissocient, sous l'action de la chaleur, en donnant naissance à un mélange de nitrile et de carbylamine, dans lequel la proportion de nitrile augmente avec la température; on n'obtiendra donc de carbylamine que si, dans les conditions où l'on opère, la combinaison de carbylamine et de cyanure est stable; dans tous les autres cas, on obtiendra soit le nitrile, soit un dérivé de la carbylamine, toujours impropre à la régénérer. Enfin, l'isomération des carbylamines, sous la seule action de la chaleur, est précédée d'une polymérisation, et le polymère, en se détruisant, donne naissance au nitrile. — Par l'action de l'éther orthoformique sur l'acétylène dibromo-magnésien, **M. Ch. Moureu** a obtenu le diacétal $(C^2H^3O)^2CH.C:C.CH(OC^2H^5)^2$, qui fond vers 20° et distille à 127°-127°5 sous 13 millimètres; $d_4^{26} = 0{,}9529$; $n_D^{26} = 1{,}43276$. Ce corps doit donner, par hydrolyse, la dialdéhyde acétylénique, encore inconnue, $CHO.C:C.CHO$. — **M. Tiffeneau** rappelle que la transformation des α-glycols aromatiques en aldéhydes ou cétones s'effectue avec *migration phénylique* chaque fois que le radical phényle se trouve au voisinage de l'oxhydrile le plus résistant. En collaboration avec **M. Daufresne**, il s'est proposé d'étudier l'action de SO^4H^2 au 1/5 sur certains glycols aromatiques pour y examiner le rôle joué par le radical aryle. Dans ces conditions, le glycol dérivé de l'anéthol fournit, sans transposition, l'acétone anisique et non, comme l'a publié Balbiano, l'aldéhyde *p*-méthoxyhydrocinnamique. Le glycol correspondant à l'estragol n'a pas encore pu être préparé. La saponification du dibromure d'estragol (éb. 188-192° sous 18 millimètres), soit par CO^3K^2, soit par l'acétate de K suivi de KOH alcoolique, conduit à un résultat inattendu. Au lieu du glycol, on obtient le *p*-méthoxyphénylcyclopropanol :

$$CH^3O.C^6H^4.CH^2 < \begin{matrix} CHOH \\ | \\ CH^2 \end{matrix}$$

fusible à 79°; c'est le premier exemple d'un alcool triméthylénique; son acétate bout à 164-165° sous 13 millimètres; $d_0 = 1{,}123$. Hydrolysé par SO^4H^2 au 1/5, cet alcool fixe H^2O en donnant l'aldéhyde paraméthoxyhydratropique $CH^3O.C^6H^4.CH(CH^3).CHO$. — **MM. Tiffeneau** et **Daufresne** ont alors songé à préparer le cyclopropanol. Par action de Na sur une solution éthérée d'acétate de dichlorhydrine symétrique, ils ont obtenu un éther acétique différent de l'acétate d'allyle, obtenu par Bigot (éb. 111-113°, $d_0 = 1{,}048$); il ne fixe le brome que lentement. Ces recherches sont poursuivies.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 1er Novembre 1906 (fin).

M. G. Reid : *La nitrification des eaux d'égouts.* L'auteur présente certaines observations récentes qui l'amènent à conclure qu'en employant des particules filtrantes à grain fin on pourrait réduire considérablement l'épaisseur des filtres à percolation. Un filtre composé d'une substance d'une dimension de 3 millimètres, en travail constant depuis trois ans, a été percé à quatre profondeurs différentes de façon à recueillir des échantillons de liquide montrant le degré de purification obtenu à des intervalles de 35 centimètres. Les résultats obtenus sont basés sur l'analyse d'échantillons nombreux recueillis pendant une période d'environ douze mois, le débit du filtre étant resté constamment d'environ 900 litres par yard de surface. En ce qui concerne la matière organique, en suspension ou en solution dans l'effluent de la fosse septique alimentant le filtre, le travail de purification est effectué à une profondeur de 35 centimètres à partir de la surface, ne laissant presque aucun travail aux couches plus profondes. En ce qui concerne la matière charbonneuse, l'oxydation paraît être également rapide. L'ammoniaque libre diminue constamment avec la profondeur jusqu'à un mètre; elle présente ensuite une légère augmentation, qui peut être attribuée à un réveil des changements anaérobiques, résultat de l'effet asphyxiant des

[1] Voir la *Revue* du 15 janvier 1907.

produits de la combustion formés au-dessus. L'azote nitrique est à peu près constant aux diverses profondeurs. — M. G. P. Mudge: Sur la coagulation intravasculaire chez les albinos et les animaux pigmentés. — M. E. F. Fritsch : La flore algologique sub-aérienne et d'eau douce à Ceylan.

Séance du 30 Novembre 1906.

Séance anniversaire annuelle. La Société procède au renouvellement de son bureau pour l'année 1907 ; il est ainsi constitué :

Président : Lord **Rayleigh** ;
Trésorier : M. **A. B. Kempe** ;
Secrétaires : M. **J. Larmor** et Sir **A. Geikie** ;
Secrétaire pour l'Etranger : M. **F. Darwin.**

Séance du 6 Décembre 1906.

M. **P. A. Mac Mahon** présente la suite de ses recherches sur la théorie de la composition des nombres. — M. **S. E. Sheppard** et **C. E. K. Mees**: *La théorie des processus photographiques.* III. *L'image latente et sa destruction.* Les auteurs considèrent que la « développabilité » est causée par l'accélération de réduction due au traitement préliminaire. La réaction chimique essentielle dans le développement est: $Ag^{\cdot} + R'' \rightleftarrows Ag$ | mét | $+ R'$, qui aboutit normalement à un état d'équilibre. Si, dans cet état, on introduit une cause tendant à abaisser la limite métastable de la solution argentique, alors l'halogénure devient développable. Les substances suivantes peuvent agir comme germes pour une plaque sèche : l'argent, introduit à l'état d'argent colloïdal, puis converti à l'état métallique. l'or, le platine, le sulfure d'argent, les ions gazeux des flammes. Tous les résultats des auteurs tendent à montrer que la condition nécessaire et suffisante pour la « développabilité » est la production d'une nouvelle substance dans le grain d'halogénure d'argent. D'autre part, l'image primaire formée par le développement de l'image latente est intensifiée par l'argent transporté des autres parties de la pellicule. Ensuite, les auteurs étudient une action particulière des sels de cuivre, fer, mercure et uranium, qui désensibilisent la plaque, de sorte que d'énormes expositions sont nécessaires pour produire des résultats normaux ; l'explication de ce fait serait que ces corps agissent comme catalysateurs de la réaction d'oxydation, qui est opposée à l'action de réduction ordinaire de la lumière. Enfin, les auteurs considèrent la formation de l'image latente comme en relation avec l'effet photoélectrique, et comme due à la libération d'électrons qui ionisent l'halogénure et le gaz environnant. — M. **H. H. Dixon** présente ses *recherches sur le courant de transpiration dans les plantes.* La théorie qui attribue l'élévation de l'eau dans les arbres pendant la transpiration à la traction transmise vers le bas de la colonne d'eau a été fortement critiquée. On a prétendu que la résistance offerte au courant de transpiration par les canaux des arbres est si grande que les forces engendrées dans les feuilles sont incapables de soulever l'eau et que, même si elles suffisaient, de l'eau contenant de l'air ne pourrait pas transmettre les tensions invoquées. L'auteur montre que les avocats de ces idées se sont basés : d'une part, sur une estimation exagérée de la vitesse du courant de transpiration, d'autre part, et surtout, sur une évaluation excessive de la résistance du bois au flux de l'eau. Ses nombreuses observations sur ces deux points ne laissent aucun doute à ce sujet, et l'auteur en conclut que la théorie de la cohésion est absolument d'accord avec les faits.

Séance du 13 Décembre 1906.

M. **A. Mallock** : *La relation entre la tension de rupture et l'élongation dans les essais d'aciers à la traction.* Si l'on nomme « tension de rupture » d'une pièce d'acier la tension maximum appliquée divisée par la section de la pièce, et « élongation » l'augmentation de longueur pour cent due à la déformation entre deux marques faites sur la pièce, on constate que la somme arithmétique « tension de rupture + élongation pour cent » reste constante et égale à environ 67 ou 68 pour tous les aciers doux qui n'ont, au commencement de l'essai, aucune déformation mécanique interne, quel que soit d'ailleurs le traitement (trempe ou recuit) auquel ils ont été soumis. Ce phénomène ne peut s'expliquer qu'en admettant que la résistance intrinsèque de tous les aciers ordinaires est une quantité constante et égale à environ 70 tonnes par pouce carré, et qui ne peut être altérée par le traitement thermique et même, dans une certaine mesure, par la composition chimique. — M. **J. E. Coates** a soumis à un nouvel examen *la portion la plus légère de l'air atmosphérique.* Il a constaté qu'il n'existe aucune ligne inconnue dans le spectre de cette portion, toutes les lignes observées étant attribuables à l'argon, au néon et à l'hydrogène. La quantité d'hydrogène séparable de l'air est beaucoup moindre que le maximum qui lui a été assigné par de précédents observateurs : A. Gautier, Rayleigh et Dewar; elle s'élève tout au plus à 1 volume pour 1 million et demi de volumes d'air.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 17 Janvier 1907.

M. **A. W. Stewart** a examiné les spectres d'absorption de certains acides saturés et non saturés et les a comparés avec les pouvoirs rotatoires de leurs éthers amyliques. On observe une relation étroite entre ces deux propriétés : les substances ayant l'absorption générale la plus forte ont aussi la plus grande rotation moléculaire. — M. **F. S. Kipping** a préparé le *dl*-benzyléthylpropylsilicol $(C^7H^7)(C^2H^5)(C^3H^7)SiOH$, qui donne avec l'acide sulfurique un mélange d'acides sulfoniques, dont l'un, $[(SO^3H.C^7H^6)(C^2H^5)(C^3H^7)Si]^2O$, a été isolé ; par cristallisation fractionnée de son sel de *d*-méthylhydrindamine, on le dédouble en ses deux isomères actifs. — MM. **J. T. Hewitt** et **T. F. Winmill**, par la détermination de l'énergie superficielle, montrent que l'association des phénols est diminuée ou entièrement empêchée par la présence de substituants en ortho. — M. **J. T. Hewitt**, en faisant diffuser l'une dans l'autre des solutions de NaOH et de $HgCl^2$ dans NaCl au travers d'une solution de NaCl de densité intermédiaire, a obtenu des cristaux rouge sombre d'un nouvel oxychlorure mercurique $Hg^6O^5Cl^2$. — MM. **H. D. Law** et **F. M. Perkin** ont trouvé que la meilleure méthode pour préparer le dichlorure de chromyle est de dissoudre l'acide chromique dans un peu plus de son équivalent de HCl concentré et d'ajouter par petites portions de l'acide sulfurique concentré en refroidissant chaque fois ; après vingt minutes, la couche inférieure lourde de dichlorure de chromyle est soutirée. — Les mêmes auteurs ont étudié les produits d'oxydation des hydrocarbures aromatiques (toluène, xylènes, mésitylène, ψ-cumène et cymène) par divers oxydants : peroxyde de plomb, de manganèse, dichlorure de chromyle, persulfates. Dans tous les cas, on obtient des quantités variables de monoaldéhydes. — MM. **S. Smiles** et **Th. P. Hilditch**, en chauffant les anisols ou les phénétols au bain-marie avec SeO^2 et $AlCl^3$, ont obtenu les chlorures de selenonium correspondants, donnant des hydroxydes fortement basiques par traitement avec Ag^2O. — M. **A. G. Green** apporte de nouveaux faits en faveur de la structure quinonoïde des sels colorés des phtaléines. — MM. **A. Th. de Mouilpied** et **Al. Rule**, en condensant l'éthylate de soude avec l'oxamate d'éthyle ou l'oxalate d'éthyle avec l'oxamide, ont obtenu la tétracétopipérazine; le succinamate de méthyle donne la succinimide par une réaction similaire. — Mlle **A. E. Smith** et M. **K. J. P. Orton**, par l'action de l'acide sulfurique sur le 2 : 4 : 6-tribromo-1-nitroaminobenzène, ont obtenu, soit la 2 : 6-dibromo-4-nitroaniline, soit la *s*-tribromophénylimino-dibromo-

benzoquinone. — MM. **Th. C. Beck** et **W. J. Pope** ont résolu la trétrahydro-*p*-toluquinaldine en ses constituants optiquement actifs par l'acide *d*-αβ-bromocamphresulfonique; le sel de la base droite donne $[M]_D = +445°$ en solution aqueuse. — MM. **W. Barlow** et **W. J. Pope** répondent aux critiques adressées par M. Chapman à leur théorie de la valence. — M. **F. N. A. Fleischmann**, en condensant la lactone triacétique avec l'éther acéto-acétique en présence d'acides forts, a obtenu la pyrone-lactone, $C^{10}H^8O^4$, F. 214°. La même lactone donne avec l'éther β-aminocrotonique aussi la pyrone-lactone et un produit qui s'hydrolyse en ψ-lutidostyrilcarboxylate d'éthyle. — MM. **W. Caldwell** et et **E. A. Werner** ont constaté que le dichlorure de *p*-iodoacétophénone se décompose soudainement à 93°-94° en donnant de la chloro-*p*-iodoacétophénone, F. 126°-127°. Le dichlorure de *p*-iodoacétanilide se décompose à 105° en fournissant la chloro-*p*-iodoacétanilide, F. 144°. Dans le groupe du toluène, on observe des décompositions analogues. — M. **J. Mc Connan** a observé que, dans des conditions favorables, l'O-salicylsalicylamide se réarrange en formant la disalicylamide, et *vice versa*. — MM. **J. Mc Connan** et **M. E. Marples** ont constaté que l'Az-méthyl-Az-benzoylsalicylamide est instable; dans les cas où elle devrait se former, elle est instantanément hydrolysée ou se réarrange en Az-méthyl-O-benzoylsalicylamide. — MM. **E. Barrett** et **A. Lapworth** ont déterminé la vitesse de réaction du brome avec quelques acides non saturés en solution aqueuse. Les résultats ne sont pas d'accord avec l'hypothèse que le brome se dissocie en ions avant son addition à une double liaison; ils montrent plutôt que les ions des acides, aussi bien que les acides eux-mêmes, s'unissent directement avec le brome. — MM. **A. H. Dunstan** et **F. B. Thole** critiquent les vues de Holmes sur la complexité moléculaire des liquides. Pour les liquides monomoléculaires, le rapport de la viscosité au volume moléculaire est à peu près constant; quand ce rapport augmente, il y a association, et c'est le cas pour la plupart des corps hydroxylés.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Janvier 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. G. van de Sande Bakhuyzen** présente une communication provisoire sur : *La réfraction astronomique d'après une distribution atmosphérique de la température déduite à l'aide d'ascensions en ballon.* Les diverses théories sur la réfraction de la lumière des corps célestes dans l'atmosphère terrestre reposent sur l'hypothèse que les

Tableau I. — *Différences des réfractions obtenues par les méthodes d'Ivory et de Bakhuyzen.*

Distance zénithale	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Moyenne annuelle
85°	+ 0″21	+ 0″78	+ 0″66	+ 0″31	0″49
86°	+ 0,13	+ 1,26	+ 0,94	+ 0,30	+ 0,66
87°	— 0,47	+ 2,08	+ 1,51	— 0,20	0,66
88°	— 3,93	+ 3,10	+ 0,95	— 3,29	— 0,83
88°30′	— 9,64	+ 3,06	— 0,67	— 8,51	— 3,95
89°	—23,69	— 1,08	— 5,45	—21,15	—12,31
89°20′	—43,80	— 3,17	—12,68	—38,77	—24,51
89°40′	—1′21″97	—13,07	—25,25	—1′11″16	—27,74
90°	—2′32,4	—33,1	—52,9	—2,9,6	—1′30,9

couches d'air d'égale densité sont comprises entre des surfaces sphériques concentriques et que leur température dépend d'une manière déterminée de la hauteur. Ce rapport théorique entre la température et la hauteur a été choisi de manière que : 1° les déviations entre les valeurs essentielles et théoriques de la température à une hauteur donnée soient aussi petites que possible; 2° la différentielle de la réfraction dans une couche infiniment mince admette une intégrale. Ici l'auteur s'occupe de la première condition; à cette fin, il se sert des observations aéronautiques entre 1900 et 1903 qu'il emprunte à trois publications (« Ergebnisse der Arbeiten am aëronautischen Observatorium Tegel », « Travaux de la Station franco-scandinave de sondages aériens à Halde, par M. Teisserenc de Bort », « Veröffentlichungen der internationalen Kommission für wissenschaftlichen Luftschifffahrt »). Les résultats principaux sont déposés dans le tableau I, où les secondes indiquent les différences entre les réfractions d'après la théorie de Ivory et la théorie de l'auteur. — M. **P. H. Schoute** : *Sur le lieu des points de rebroussement d'un système linéaire triplement infini de cubiques planes à six points de base.* Dans la représentation connue de la surface cubique sur un plan, les sections planes de la surface correspondent à des cubiques passant par six points, tandis que la courbe parabolique p^{12} de la surface correspond point par point au lieu des points de rebroussement r^{12} du système de cubiques. A l'aide de cette correspondance, l'auteur trouve que : « Le lieu r^{12}, qui consiste en dix traits en forme d'ovale, admet six points quadruples d'un caractère particulier, les six points de base A_i du système de cubiques; chacun de ces points quadruples se compose de deux points de rebroussement, dont les tangentes coïncident avec celles des deux cubiques du système admettant un point de rebroussement en ce point de base, mais dont les pointes aiguës sont dirigées en sens opposé ». Le cas où les six points A_i consistent dans les cinq sommets d'un pentagone régulier et son centre, correspondant à la surface diagonale de Clebsch; l'équation $\rho^4 - 7\rho^6 + 20\rho^8 - 15\rho^{10} - 3\rho^{12} + 2P(1 - 3\rho^2 - 3\rho^4 + \rho^6) + 4P^2(2 + \rho^2) = 0$, où $\rho^2 = x^2 + y^2$ et $P = x^5 - 10x^3y^2 + 5xy^4$, de r^{12} dans ce cas, déduite à l'aide de considérations géométriques simples; vérification de ce que la courbe n'admet comme points réels que six points quadruples isolés et dix points doubles isolés (les dix ovales réduits à des points). Considération de plusieurs autres cas particuliers : 1° Les six points de base sont les trois couples de sommets opposés d'un quadrilatère complet (surface cubique à quatre nœuds; le lieu r^{12} se compose des quatre côtés du quadrilatère comptés trois fois); 2° les six points de base sont les sommets d'un hexagone régulier (cas spécial d'une surface cubique à un seul nœud, projetée centralement de ce point comme centre: le lieu r^{12} se compose du cercle circonscrit compté trois fois et d'une rosace à six feuilles, représentant avec le cercle six des dix ovales, les quatre autres s'étant réduits à des points, etc.). — Ensuite M. Schoute présente, au nom de M. **F. Schuh** : *Sur le lieu des couples de points communs de $n+1$ faisceaux de variétés V_{n-1} à $n-1$ dimensions dans l'espace E_n à n dimensions.* L'ordre du lieu cherché est

$$\sum_{i=1}^{n+1} \{ r_i - 2(a_i - 1) \},$$

où r_i représente l'ordre des variétés du faisceau $(V_{n-1}^{(i)})$ et a_i le nombre des points d'intersection libres de n variétés quelconques des n autres faisceaux; ce lieu passe $a_i - 1$ fois par la base $V_{n-2}^{(i)}$ du faisceau $(V_{n-1}^{(i)})$.

2° Sciences physiques. — M. H. Kamerlingh Onnes présente, au nom de M. **W. H. Keesom** : *Contribution à la connaissance de la surface ψ de Van der Waals.* XIII. Sur les conditions du coulage à fond et de la réascension de la phase gazeuse dans la phase fluide chez les mélanges binaires (suite). Conditions pour l'existence de points de plissement barotropiques dans le cas de mélanges pour lesquels $M_2 = 2M_1$, $v_{k_1} = 8v_{k_2}$. — M. **H. Kamerlingh Onnes**, aussi au

nom de Mlle **T. C. Jolles** : *Contribution à la connaissance de la surface ψ de Van der Waals.* XIV. Déduction graphique des résultats des expériences de M. Kuenen sur des mélanges d'éthane et d'oxydule d'azote. 1. Introduction. 2. Bases du calcul. Loi des états correspondants. Equation d'état réduite. 3. Grandeurs critiques pour les mélanges. 4. Construction des surfaces ψ. 5. Détermination des phases coexistantes. 6. Autres détails des modèles et des planches. 7. Comparaison de la construction avec l'observation. — M. **H. Kamerlingh Onnes**, aussi au nom de M. **C. Braak** : *La mesure de températures très basses.* XIV. Réduction des indications du thermomètre à hydrogène à volume constant à l'échelle absolue. 1. Introduction. 2. Réduction à l'échelle absolue 3. Précision des corrections. 4. Comparaison des résultats avec ceux déduits théoriquement. 5. Formule de réduction. XV. Influence de la déviation de la loi de Boyle-Charles sur la température, mesurée à l'aide d'un thermomètre à gaz à volume constant d'après les observations faites avec cet appareil. — M. **F. A. H. Schreinemakers** : *Sur un système de quatre composantes à deux phases fluides.* Etude du système quaternaire : eau, alcool éthylique, sulfate de lithium et sulfate d'ammonium. Représentation de ce système dans l'espace à l'aide d'un tétraèdre régulier. A la température de 30° correspondent 18 états d'équilibre. — M. **A. P. N. Franchimont** : *Contribution à la connaissance de l'action de l'acide nitrique réel sur les composés hétérocycliques.* — M. H. A. Lorentz présente au nom de M. **J. H. Meerburg** : *Sur le mouvement d'un fil métallique à travers la glace.* Résultats des mesures faites par l'auteur avec l'intention de vérifier les formules de M. Ornstein (*Rev. génér. des Sc.*, t. XVII, p. 304). L'auteur expérimente avec trois métaux différents : il se sert de fils d'acier, d'argent et d'un alliage de l'argent. Il fait connaître plusieurs causes de déviation entre la théorie et la réalité. — M. A. F. Holleman présente au nom de M. **J. Boëseken** : *Sur les réactions catalytiques, par rapport à la transformation du phosphore ordinaire en phosphore rouge.* — M. **C. H. Wind**, aussi au nom de MM. **A. F. H. Dalhuizen** et **W. E. Ringer** : *Mesures de courants en un point de la mer du Nord à différentes profondeurs.* Les différences entre les résultats des auteurs se rapportant à des courants qui se manifestent à une profondeur de 5 mètres et ceux déposés dans une carte publiée par l'Amirauté anglaise se rapportant à des courants de la surface de la mer sont assez considérables, comme on le déduit sans peine du petit tableau II, où les heures — 5, — 4, etc., sont des heures *avant* et les heures 1, 2, etc., des heures *après* le moment de la marée à Douvres et où la vitesse est comptée en lieues marines par heure.

TABLEAU II. — ***Direction et vitesse des courants dans la mer du Nord à diverses profondeurs.***

HEURES	VALEURS DÉDUITES DE LA CARTE		VALEURS OBSERVÉES	
	direction	vitesse	direction	vitesse
— 5	N 90° E	0,3—0,2	N 73° E	0,3
— 4	N 110 E	0,5—0,3	N 115 E	0,4
— 3	N 135 E	0,9—0,6	N 147 E	0,4
— 2	N 160 E	0,6—0,4	N 189 E	0,3
— 1	N 180 E	0,3—0,2	N 227 E	0,4
0			N 266 E	0,5
1	N 260 E	0,3—0,2	N 280 E	0,5
2	N 300 E	0,6—0,4	N 296 E	0,6
3	N 300 E	1,0—0,7	N 331 E	0,5
4	N 315 E	0,6—0,4	N 342 E	0,4
5	N 0 E	0,3—0,2	N 0 E	0,4
6	N 50 E	—	N 40 E	0,4

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. A. W. Hubrecht présente au nom de M. **J. Boeke** : *Gastrulation et formation du feuillet enveloppant de l'œuf des Téléostéens.* — M. C. H. H. Spronck présente au nom de M. **P. Nieuwenhuyse** : *Sur la cause de l'anthracose des poumons.* Comme on le sait, MM. Behring et Calmette combattent la doctrine d'après laquelle l'origine de la tuberculose de l'homme doit être cherchée dans l'inhalation ou l'aspiration de bacilles tuberculeux; au contraire, ils croient que le « tractus intestinalis » forme la porte d'entrée du bacille. A l'occasion de cette hypothèse nouvelle, MM. Vansteenberghe et Grisez ont expérimenté sur l'origine de l'anthracose des poumons vers la fin de 1905 dans le laboratoire de M. Calmette. Ils mêlaient de la suie, de l'encre de Chine ou du carmin à la nourriture d'un *Cavia* adulte et l'obligèrent à en avaler de grandes quantités; déjà après vingt-quatre heures, ils trouvèrent dans les poumons de l'animal de grandes taches noires ou rouges, surtout dans les lobes supérieurs et le long du bord des lobes inférieurs. Ainsi ils conclurent que les particules avaient fait le chemin de l'intestin vers le sang en suivant le courant de la lymphe à travers les ganglions mésentériques et qu'elles s'étaient déposées dans les poumons. De la même manière, la poussière suspendue dans l'air serait avalée au lieu d'être inhalée, et atteindrait les poumons après avoir passé par l'intestin. En réalité, cette théorie nouvelle a été développée par Villaret en 1862, mais elle n'avait pas eu de succès; puis les expériences consciencieuses de M. Arnold (1885) sur l'inhalation des poussières l'avaient fait tomber en oubli. Pendant que l'auteur s'occupait de répéter les expériences de MM. Vansteenberghe et Grisez, plusieurs Mémoires se rapportant au même sujet ont paru. Mais ces publications récentes sont bien loin d'avoir élucidé la question : l'hypothèse nouvelle est soutenue encore par MM. Vansteenberghe, Grisez, Sonneville, Petit, Hermann, Behring et Calmette, tandis que MM. Aschoff, Mironesco, Schulze, Spronck, Cohn, Remlinger, Basset, Küss, Lobstein et Beitzke la combattent. Ici M. Nieuwenhuyse fait connaître les résultats de 35 expériences où il a tenu compte de l'âge des animaux et du temps écoulé entre l'introduction des particules et l'autopsie: d'après lui aussi, l'anthracose des poumons n'est pas causée par l'infusion de particules par la voie de l'intestin. — Rapport de MM. **T. Place** et **C. Winkler** sur une étude de M. J. W. Langelaan : « On congenital ataxia in a cat » (Sur une ataxie congénitale d'un chat). L'étude va paraître dans les Mémoires de l'Académie. — Rapport annuel de la Commission géologique : M. **C. Lely**, président, M. **J. M. van Bemmelen**, secrétaire.

P. H. SCHOUTE.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 5 15 MARS 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Marcel Bertrand, Henri Moissan. — La Science française vient d'être douloureusement frappée en la personne de deux de ses plus illustres représentants, Marcel Bertrand et Henri Moissan, décédés à quelques jours de distance vers la fin du mois dernier.

La *Revue*, qu'ils honorèrent à plusieurs reprises de leur collaboration, s'associe au deuil de leur famille et de leurs amis ; elle consacrera prochainement une notice détaillée à leur œuvre, qui a fait époque dans les domaines respectifs de la Géologie et de la Chimie minérale.

Louis-Émile Javal. — Louis-Emile Javal naquit le 5 mai 1839, à Paris, où son père, Léopold Javal, originaire de Mulhouse, s'était fixé dès l'âge de vingt ans après avoir séjourné en Angleterre. Banquier, homme politique de marque, fondateur et constructeur de chemins de fer, industriel, agriculteur et économiste distingué, Léopold Javal rêva pour son fils aîné une carrière d'affaires, tandis qu'Émile Javal se sentit une vocation puissante pour les carrières scientifiques en général, la Médecine en particulier. Des aspirations opposées du père et du fils il résulta un compromis : Javal fut destiné à l'Ecole Polytechnique, à laquelle son père avait aspiré dans sa jeunesse. Cette résolution tardive fut bientôt entravée par une fièvre typhoïde, de telle sorte que la limite d'âge fut atteinte par Emile Javal avant qu'il eût rempli les formalités d'admission. Elève du lycée Bonaparte, de la génération de Sully-Prudhomme, de Sadi Carnot, avec lesquels il resta lié d'amitié inaltérable, il entra comme élève libre à l'Ecole des Mines et en sortit ingénieur civil des mines à l'âge de vingt-trois ans. Après avoir visité pendant une année les principales mines de l'Europe en compagnie de ses camarades de promotion, dont faisait partie Adolphe Carnot, il entra comme ingénieur civil des mines aux houillères de l'Hérault et des Bouches-du-Rhône, où l'appelaient de grands intérêts de famille. Il n'y resta qu'une année.

L'attention de Javal avait été attirée de bonne heure sur un des chapitres les plus intéressants de l'Ophtalmologie, la loucherie. Son père était atteint de strabisme convergent. Opéré par Desmarres en 1846, il ne tarda pas à loucher en dehors d'une façon excessive. Cet accident, irrémédiable à l'époque, désola le malade et son entourage. Une sœur d'Emile Javal, de quinze ans plus jeune que lui, hérita de l'anomalie oculaire de son père. Ces circonstances furent décisives pour la carrière de Javal. Elles devinrent le point de départ de son œuvre ophtalmologique, qui est considérable et de premier ordre, car il sut revenir à des idées saines dans une question que l'intervention opératoire avait désespérément obscurcie. Attiré irrésistiblement vers l'étude du strabisme, Javal entreprit en 1865 des études régulières en médecine.

Après avoir passé son doctorat en médecine, en 1868, Javal, marié et père de famille, se rendit à Berlin, afin de poursuivre ses recherches auprès d'Albrecht de Graefe. C'est à Berlin qu'il apprend la déclaration de la guerre ; il repart aussitôt pour la France, et nous le trouvons pendant six mois médecin-major à l'armée du Nord, commandée par Faidherbe, puis à l'armée de Versailles.

La paix extérieure et intérieure rétablie, nous voyons Javal partager une activité de tous les instants entre la chose publique et la science, mettant à leur service une grande clarté de conception, une patience inlassable, le besoin indéfini de perfectionnement et un esprit novateur. Il fut à la fois un savant théoricien et un constructeur habile. Né dans une situation qui lui eût permis le repos dans le bien-être matériel, il travailla toute sa vie sans relâche.

Conseiller général de l'Yonne, de 1871 à 1895, il représenta ce département à la Chambre des députés de 1885 à 1889, se consacrant surtout aux questions intéressant l'hygiène de l'enfance et des écoles, les familles nombreuses, les déshérités, apportant à l'étude de ces problèmes un esprit novateur et ingénieux. La loi Javal exonérait de la plupart des impôts directs les familles de sept enfants. Comme membre de la Ligue contre la dépopulation, Javal déploya une activité féconde et fit preuve d'un grand zèle. Il chercha la cause du ralentissement d'accroissement de la population dans des institutions sociales, le service militaire et les impôts. Ses propositions visèrent les allégements de ces fardeaux.

Ses nombreux travaux scientifiques ouvrirent à Javal les portes de l'Académie de Médecine en 1884. Reçu à la Section de Physique et de Chimie, il y succéda à Wurtz. Ses communications sur la dépopulation et sur d'autres questions sociales furent le point de départ d'intéressantes discussions dans le sein de l'Académie.

Javal avait éprouvé des symptômes prodromiques de glaucome à l'œil droit depuis 1881 ; à la suite de la campagne électorale de 1885, il perdit cet œil complètement par un glaucome d'allure particulière. L'œil gauche avait présenté des couronnes depuis le mois d'août de la même année. A partir de ce moment, Javal envisagea l'éventualité de la cécité complète. Ses notes et tout son arsenal de travail furent classés et ordonnés de façon à pouvoir être retrouvés mentalement, par la mémoire, sans contrôle visuel. Ces craintes se réalisèrent en 1899. Stoïquement supportées, de longues souffrances physiques et morales aboutirent à la perte complète et définitive des deux yeux en 1900. Sans s'attarder à des lamentations inutiles, Javal ne songea plus qu'à organiser sa vie sur de nouvelles bases. La construction d'une tablette à crémaillère lui permit d'écrire l'écriture ordinaire sans voir, et l'ensemble des mesures prises eut pour résultat la continuation de son activité scientifique.

Javal rendit à l'Ophtalmologie deux grands services : l'examen approfondi du strabisme, ainsi que l'invention d'une nouvelle méthode de traitement de cette anomalie, et l'introduction de l'ophtalmomètre dans la clinique ophtalmologique. Il prit une part active dans la réforme du système des verres de lunettes, et la grande clarté de son esprit ingénieux et original contribua beaucoup à faire universellement accepter le système métrique actuellement en usage.

Le célèbre traité de Helmholtz sur l'Optique physiologique, dont le premier fascicule avait été publié en 1856, avait fini de paraître en 1866 lorsque Javal et Klein publièrent, en 1867, une traduction française de cette grande œuvre, complétée par de nombreuses notes personnelles, contrôlée par des expériences multiples, mise au jour comme texte et comme bibliographie. La traduction de l'Optique physiologique de Helmholtz fut suivie de près par la traduction du traité de Donders sur la réfraction et l'accommodation, entreprise par Javal avec le concours de MM. Debove et Rendu, ses camarades à l'armée du Nord. Javal puisa dans cette double œuvre de traduction l'inspiration de l'étude approfondie de l'astigmie, vice de réfraction dont il était atteint personnellement. Helmholtz, Donders et leurs collaborateurs avaient déterminé la courbure d'un certain nombre de cornées à l'aide d'un instrument inventé par Helmholtz et nommé ophtalmomètre. Cet instrument, d'une exactitude relative, est d'une application si compliquée et si longue que la mesure d'une seule cornée constitue un travail d'observation et de calcul considérable.

Par des efforts incessants, continués pendant une dizaine d'années, Javal, aidé de collaborateurs dévoués, parmi lesquels il faut mentionner, en première ligne, M. Schiotz, de Christiania, sut tellement simplifier l'ophtalmomètre que la mesure complète d'une cornée se fait par lecture directe, en peu de minutes. Entre ses mains habiles, l'instrument de laboratoire inventé par Helmholtz devint un instrument de clinique et de cabinet de consultation. C'est grâce à cet instrument qu'aujourd'hui tout oculiste peut découvrir l'astigmie et peut en prescrire sûrement les verres correcteurs. Or, l'astigmie est l'anomalie de réfraction la plus répandue et la plus importante par ses suites souvent graves. L'introduction de l'ophtalmomètre dans la pratique courante constitue un des progrès marquants de l'opthalmologie du XIXe siècle.

Dans ses travaux sur la loucherie, Javal rejette nettement les théories formulées après l'invention de la myotomie par Cunier et Diefenbach, transformée en ténobomie par Bonnet (de Lyon), et revient à la conception de Buffon, qui considère le strasbisme comme une anomalie de la vision binoculaire. Sur ce principe il édifie sa nouvelle méthode de guérison du strabisme : les exercices de fusion binoculaire exécutés à l'aide du stéréoscope.

Lorsque Javal se présenta en 1882 à l'Académie de Médecine, il avait à son actif une centaine de Mémoires concernant la physiologie et la pathologie oculaire. Pendant la seconde moitié de sa vie, il s'employa à les réunir en œuvre d'ensemble en les reliant par des travaux destinés à en constituer un édifice complet. Le premier en date des livres de ce genre est intitulé *Mémoires d'ophtalmométrie* et parut en 1890. Il réunit, en outre des travaux ophtalmométriques de l'auteur, les principaux travaux de recherches nés grâce à l'instrument qu'il avait présenté au Congrès international des Sciences médicales tenu en 1881 à Londres.

En 1896 parut le *Manuel théorique et pratique de strabisme.* C'est l'œuvre fondamentale de Javal. Quelque variée qu'ait été l'activité scientifique de Javal, il s'occupa pendant toute sa vie du strabisme. C'est à ce sujet qu'il émit le plus grand nombre d'idées personnelles, d'idées fertiles et qui resteront. Les observations contenues dans ce livre ont été recueillies pendant trente-trois ans, de 1863 à 1895, et c'est avec raison que Javal choisit comme épigraphe du Manuel cette phrase d'Alfred de Vigny : « Une pensée de la jeunesse, réalisée dans l'âge mur ».

Dès l'ouverture du Laboratoire ophtalmologique de la Sorbonne (1879), dont il fut le premier directeur jusqu'en 1900, Javal avait inscrit dans son programme de recherches la physiologie de la lecture et de l'écriture, vers laquelle l'avaient conduit ses études sur l'hygiène scolaire, la myopie et la scoliose. Les monographies publiées à ce sujet par Javal et ses collaborateurs sont éparses dans des journaux médicaux, pédagogiques, littéraires et autres, et ce n'est que plusieurs années après la perte définitive de la vue que Javal, à la grande admiration de tous, fit paraître, en 1905, le traité d'ensemble intitulé : *Physiologie de la lecture et de l'écriture.* Ce livre eut un succès immense. Traduit en allemand pendant l'année qui suivit son apparition, il eut une seconde édition française cette même année. Il ajoute aux exemples des Euler, des Charles Bonnet, des Huber, des Plateau, une preuve éclatante de la force de production de certains aveugles.

Entre temps, Javal avait publié un petit livre dont le titre ne figure nullement sur son programme de travail, petit livre qui fit plus pour populariser auprès des foules le nom de l'auteur que toute son œuvre scientifique. Ce petit livre est intitulé : *Entre aveugles*, et a paru en 1903. C'est un ensemble de conseils à l'usage des personnes qui viennent de perdre la vue ou qui sont menacées de la perdre, conseils qui sont adressés en partie à leur entourage. Pénétré d'une philosophie pratique et sereine, ce livre est d'un sentiment touchant, témoignant d'une philanthropie élevée. « Si ces pages servent à adoucir quelque infortune analogue à la mienne, le sort m'aura donné une précieuse consolation », dit l'auteur dans sa préface.

Enfin, nous ne pouvons conclure cette note sans dire deux mots au moins d'un opuscule de Javal qui renferme une somme de travail que son petit volume ne laisse guère soupçonner. Ce petit livre, paru en 1885, est intitulé : *La lecture enseignée par l'écriture.* L'écriture qu'enseigne ce petit livre est *l'écriture droite, sur papier droit, corps droit*, la seule qui soit compatible avec une bonne hygiène scolaire et générale.

Si l'on embrasse d'un coup d'œil cette vie d'Emile Javal, si une dans sa diversité, on ne peut manquer de reconnaître dans toute son œuvre un souffle humanitaire qui la féconde et la vivifie.

Dr D.-E. Sulzer,
Médecin ophtalmologiste de la Fondation Ad. de Rothschild.

§ 2. — Astronomie

Mouvement du Soleil relativement aux étoiles les plus faibles. — Le Professeur George C. Comstock vient de publier, dans *The Astronomical Journal*, un important Mémoire sur les mouvements propres des étoiles de la neuvième à la douzième grandeur, discutés au point de vue de la translation du système solaire dans l'espace. En voici les conclusions :

1° Au moins jusqu'à la douzième grandeur, les étoiles présentent un mouvement propre appréciable dont l'amplitude est environ de deux ou trois secondes par siècle;

2° La distance moyenne et, par conséquent, l'éclat moyen de ces étoiles sont donc considérablement inférieurs à ceux qu'on leur attribue habituellement;

3° Les mouvements propres et sans doute aussi les parallaxes des étoiles au-dessous de la neuvième grandeur montrent un accroissement progressif augmentant avec la distance de la Voie Lactée;

4° On peut accepter provisoirement, et jusqu'à preuve du contraire, l'hypothèse que les groupes d'étoiles disséminés dans l'espace et séparés par de grandes distances, mais ayant un centre commun de gravité, n'exercent pas une influence perturbatrice considérable les uns sur les autres;

5° La formule empirique de Kapteyn, représentant la parallaxe stellaire comme une fonction du mouvement propre et de la grandeur des étoiles, peut être étendue aux étoiles de la onzième grandeur et probablement aux plus faibles sans une erreur sensible dans le résultat moyen;

6° Le mouvement du Soleil, par rapport aux étoiles les plus éloignées (10e et 11e grandeur), n'est pas considérablement différent de son mouvement relativement aux plus éclatantes, et l'influence perturbatrice des parties les plus proches du système stellaire à l'égard des régions étoilées les plus lointaines est, par conséquent, insignifiante.

La distance des étoiles fixes. — Dans une circonstance récente, M. Wirtz avait déclaré que la méthode photographique de Kapteyn était la seule vraiment appropriée, aujourd'hui, à la détermination des parallaxes stellaires : cette méthode, on le sait, repose sur la comparaison micrométrique d'images des mêmes étoiles, photographiées sur la même plaque à trois ou six mois d'intervalle. M. Pulfrich revendique[1] le premier rang pour ses propres méthodes : celle du stéréocomparateur et celle qu'il appelle *méthode des éclairs* (Blink-methode). Le stéréocomparateur effectue la comparaison à vue, tandis que le microscope monoculaire, auquel M. Pulfrich a eu recours en dernier lieu, permet de superposer les deux images ou de les contempler tour à tour en les échangeant rapidement : il n'est plus ici question de vision stéréoscopique, et les différences parallactiques, se manifestant, pour ainsi dire, par éclairs, sautent alors aux yeux.

Si ces nouvelles méthodes d'observation facilitent sensiblement la recherche des parallaxes sensibles, sans fournir directement la distance des étoiles, il faut du moins convenir qu'elles constituent un véritable progrès au point de vue de l'exploration de l'Univers. Enfin, pour la détermination des parallaxes notables, il ne faut pas oublier que l'on peut utiliser comme base le chemin parcouru par le Soleil.

§ 3. — Physique

Sur la conductibilité du cohéreur due à une action mécanique. — Le problème de la conductibilité du cohéreur est étroitement lié aux idées relatives à la propagation de l'électricité dynamique. Lorsque des oscillations électriques d'une intensité suffisante se propagent à travers l'éther, des molécules matérielles peuvent, le cas échéant, être soudées les unes aux autres par de petites étincelles, formant un pont continu de molécules solides qui assure la conductibilité du courant électrique. Grâce à une ionisation exaltée, la résistance du cohéreur peut alors, même au-dessous de la différence critique de potentiel, se réduire à une grandeur appréciable. D'autre part, M. Auerbach a fait remarquer que non seulement les ondes électriques, mais encore les oscillations acoustiques peuvent provoquer la conductibilité du cohéreur, surtout dans le cas où les oscillations d'un diapason, par suite de la résonance de la table opératoire, sont transmises au point de contact. Des résultats identiques ont été trouvés indépendamment par M. Leppin, qui fut en mesure de constater des modifications de la conductibilité du cohéreur sous l'action, non pas seulement des oscillations précédentes, mais encore d'un effet calorifique, la chaleur de la main par exemple. Même sous l'action des ondes optiques, l'on pouvait observer la déviation de l'aiguille d'un galvanomètre inséré, avec une pile Leclanché, dans le circuit d'un cohéreur.

Dans un travail récent[1], M. B. Thoeldte rend compte des expériences qu'il vient de faire pour vérifier une observation indiquée par M. Auerbach, à savoir que des coups frappés à intervalles réguliers sur la table opératoire produiraient un effet analogue.

Voici les résultats trouvés par l'auteur :

Lorsque la conductibilité du cohéreur est provoquée par un choc mécanique, il convient de l'attribuer à la carbonisation des couches de graisse adhérentes aux tiges du cohéreur, due à la compensation électrique se produisant aux bouts du cohéreur. La conductibilité ainsi produite est proportionnelle à l'intensité des oscillations mécaniques; elle est constante lorsque le courant traversant le cohéreur a atteint son intensité tout entière, et inconstante dans le cas contraire.

§ 4. — Chimie physique

La Table internationale des Poids atomiques pour 1907. — On sait qu'une Commission internationale est chargée de reviser chaque année la table des poids atomiques des éléments chimiques, en tenant compte des déterminations récentes. Cette Commission, qui était composée l'année dernière de MM. F. W. Clarke (États-Unis), H. Moissan (France), W. Ostwald (Allemagne) et T. E. Thorpe (Angleterre), a récemment déposé son Rapport pour 1907. Les dernières années ont été fertiles en recherches sur les poids atomiques; plusieurs éléments, comme l'azote, le bismuth, le tantale et la plupart des terres rares ont fait l'objet de travaux sérieux, qui ont conduit la Commission à modifier légèrement les valeurs jusqu'alors acceptées. Nos lecteurs nous sauront sans doute gré de reproduire ici le tableau des nouveaux poids atomiques tel qu'il est sorti des délibérations de la Commission :

Aluminium	Al	27.1
Antimoine	Sb	120.2
Argent	Ag	107,93
Argon	A	39,9
Arsenic	As	75.0
Azote	Az	14.01
Baryum	Ba	137,4
Bismuth	Bi	208.0
Bore	B	11.0
Brome	Br	79.96
Cadmium	Cd	112.4
Cæsium	Cs	132.9
Calcium	Ca	40.1
Carbone	C	12.00
Cérium	Ce	140.25
Chlore	Cl	35.45
Chrome	Cr	52.1
Cobalt	Co	59.0

[1] *Astronomische Nachrichten*, n° 4013.

[1] *Annalen der Physik*, n° 11, 1906.

Columbium	Cb	94
Cuivre	Cu	63,6
Erbium	Er	166
Etain	Sn	119,0
Europium	Eu	152
Fer	Fe	55,9
Fluor	F	19,0
Gadolinium	Gd	156
Gallium	Ga	70
Germanium	Ge	72,5
Glucinium	Gl	9,1
Hélium	He	4,0
Hydrogène	H	1,008
Indium	In	115
Iode	I	126,97
Iridium	Ir	193,0
Krypton	Kr	81,8
Lanthane	La	138,9
Lithium	Li	7,03
Magnésium	Mg	24,36
Manganèse	Mn	55,0
Mercure	Hg	200,0
Molybdène	Mo	96,0
Néodyme	Nd	143,6
Néon	Ne	20
Nickel	Ni	58,7
Or	Au	197,2
Osmium	Os	191
Oxygène	O	16,00
Palladium	Pd	106,5
Phosphore	P	31,0
Platine	Pt	194,8
Plomb	Pb	206,9
Potassium	K	39,15
Praséodyme	Pr	140,5
Radium	Rd	225
Rhodium	Rh	103,0
Rubidium	Rb	85,5
Ruthénium	Ru	101,7
Samarium	Sa	150,3
Scandium	Sc	44,1
Sélénium	Se	79,2
Silicium	Si	28,4
Sodium	Na	23,05
Soufre	S	32,06
Strontium	Sr	87,6
Tantale	Ta	181
Tellure	Te	127,6
Terbium	Tb	159,2
Thallium	Tl	204,1
Thorium	Th	232,5
Thulium	Tm	171
Titane	Ti	48,1
Tungstène	Tu	184
Uranium	U	238,5
Vanadium	V	51,2
Xénon	Xe	128
Ytterbium	Yb	173,0
Yttrium	Yt	89,0
Zinc	Zn	65,4
Zirconium	Zr	90,6

§ 5. — Chimie biologique

Une théorie thermo-chimique de l'assimilation. — On sait que l'équilibre chimique d'un mélange comprenant plusieurs substances dépend de la température, toute augmentation de température modifiant la répartition des masses dans un sens tel que la chaleur interne du mélange s'accroisse, tandis qu'une réduction de la température produit une conversion pour laquelle la provision totale de chaleur interne du mélange décroît. C'est dire qu'à la suite de tout accroissement de température, il se produit une fixation chimique de chaleur libre, tandis que toute réduction de température s'accompagne d'un dégagement de chaleur chimiquement liée.

Une fois cette conversion finie, le mélange se trouvera de nouveau à l'état d'équilibre. Or, toute conversion demandant, pour se produire, un certain temps, l'état d'équilibre se trouve être en retard par rapport à la température variable. Pendant un chauffage très rapide du mélange, ce dernier n'éprouve donc d'abord aucune variation interne appréciable, le déplacement des masses dont s'accompagne l'absorption de chaleur se produisant exclusivement à une température élevée. Inversement, le mélange, pendant un refroidissement subséquent très rapide à la température initiale, retient l'état chimique ainsi produit, et ce n'est qu'à cette température qu'il retourne à l'état chimique initial, tout en dégageant de la chaleur.

Ce phénomène est représenté dans le diagramme thermique de la figure 1. Au point 1, le mélange se trouve à l'état d'équilibre correspondant à la température T_I. En raison du chauffage rapide, sa chaleur spécifique restant constante, il atteint la température T_{II} sur une courbe logarithmique 1-2, et tout en absorbant une quantité de chaleur correspondant à l'aire 1-2-5-6-1. Or, cette quantité de chaleur n'est employée que pour augmenter la température et non pas pour accroître la chaleur interne, puisque, suivant les hypothèses formulées, le déplacement des masses ne se produit qu'une fois l'échauffement terminé, c'est-à-dire à la température T_{II}. A cette température, le mélange subit donc une conversion donnée en liant de la chaleur libre, certaines substances étant élevées à l'état de composés thermiquement supérieurs en absorbant des

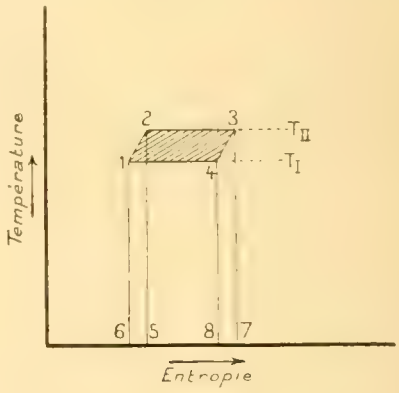


Fig. 1.

composants d'autres substances d'une teneur en chaleur relativement moindre. La chaleur liée pendant ce processus est exprimée dans le diagramme par l'aire 2-3-7-5-2.

Le refroidissement subséquent devant se produire à chaleur interne constante, à l'égal de l'échauffement, est réglé par la ligne 3-4, parallèle à la ligne 2-1. Au point 4, le mélange retourne à la température initiale, tout en étant chimiquement modifié par rapport à l'état initial, ayant absorbé une quantité de chaleur totale 1-2-3-4-8-6-1.

Une fois le point 4 atteint, il se produit une réaction chimique rétrograde, tendant à rétablir l'état d'équilibre initial du mélange. Les composés qui, à la température supérieure, s'étaient incorporé des composants d'autres substances thermiquement inférieures, tout en absorbant de la chaleur, dégageront à présent ces composants en même temps que de la chaleur. Lorsque ce processus rétrograde se passe à la température constante T_I, la quantité de chaleur 4-1-6-8-4 est amenée au dehors à l'état libre, en même temps que le point 1 est atteint. Cette quantité de chaleur est cependant plus petite que celle qui avait été absorbée à la température T_{II} de l'aire 1-2-3-4-1.

Le processus rétrograde ne peut donc être terminé au point 1 que si cet excédent de chaleur est en même temps évacué sous une forme quelconque, les substances restantes communiquant cet excédent, par exemple, aux composants dont elles se séparent. Pourvu que ces composés nouveaux ne modifient point l'état d'équilibre initial, les substances efficaces passent donc par un cycle thermique fermé ayant pour résul-

tat la production, à l'état latent, de la quantité de chaleur 1-2-3-4-1.

Dans un Mémoire récent[1], M. J. Fischer fait remarquer que *toute cellule végétale* n'est autre qu'un ensemble de substances, siège d'un cycle continu pareil. Les plantes transformeraient les substances chimico-thermiquement inférieures de la nature inorganique (et notamment l'anhydride carbonique), en composés thermiquement supérieurs, en empruntant l'énergie nécessaire à la lumière du Soleil.

Pour fixer les idées, considérons le cas d'une algue, flottant dans l'eau, et qui, en vertu de sa couleur verte, absorbe la chaleur des rayons du Soleil; cette absorption, n'étant entretenue que par les grains de chlorophylle incorporés au sein de la cellule, s'accompagne d'une chute de température. Or, on observe sur bien des cellules que le protoplasma, pendant le processus d'assimilation, se trouve en circulation permanente; aussi bien, il n'est autre qu'un mélange de substances allant et venant entre des points à températures différentes. Voici, du reste, d'autres raisons militant en faveur de l'hypothèse de l'auteur, suivant laquelle le plasma de la cellule jouerait le rôle de support de chaleur :

Dans le cas typique d'assimilation, il se forme un hydrate de carbone et de l'oxygène libre, aux dépens de l'acide carbonique et de l'eau. Les substances précitées sont les matières entrant dans le processus thermo-chimique hypothétique, à l'état thermiquement inférieur, pour en sortir à l'état thermiquement supérieur. Il s'agit, dans ce cas, de composés chimiques bien stables et qui ne peuvent guère avoir d'influence spécifique bien marquée sur la répartition des masses, de façon qu'en remplaçant un groupe de matières par un autre groupe thermiquement supérieur, l'on n'empêche ni les substances vraiment actives de subir le processus rétrograde complet, ni le cycle parfait de s'accomplir.

Les substances actives elles-mêmes exercent sur l'équilibre une influence fortement dépendante de la température; elles tendent, en effet, à se convertir en composés alliés, tout en absorbant ou en dégageant du carbone. D'autre part, les quantités échangées étant toujours très petites, les composés en question ne se différencient que peu entre eux quant à leur capacité thermique et leur composition chimique. L'intervalle de température dans lequel opère une plante n'est enfin pas toujours le même, mais diffère suivant la température ambiante; aussi la faculté de conversion que possèdent les substances actives ne peut-elle être limitée à un nombre peu considérable de degrés. Les substances actives entrant dans le mélange doivent, par conséquent, appartenir à une longue chaîne de composés carburés relativement peu stables, dans laquelle deux termes voisins ne diffèrent que peu quant à leur composition et leur capacité thermique. Or, cette déduction se vérifie parfaitement dans le cas des composés albuminoïdes du plasma cellulaire.

L'hypothèse indiquée par l'auteur pour expliquer le processus d'assimilation est la suivante : une masse plasmique renfermant un grand nombre de composés albuminoïdes étroitement alliés et capables de coexister, se transforme, tout en absorbant de la chaleur, de telle façon que certaines molécules subissent un échange matériel, chacune avec une molécule de l'espèce immédiatement supérieure, les molécules de l'espèce supérieure dégageant de l'oxygène et absorbant de l'anhydride carbonique; après quoi, la masse plasmique se rend vers la paroi cellulaire, plus froide, où elle subit une conversion opposée, au courant de laquelle il se dégage un hydrate de carbone. Une fois la composition initiale de la masse plasmique rétablie, celle-ci se rend de nouveau vers un grain de chlorophylle.

Ce processus thermo-chimique peut se produire aussi dans un plasma en apparence stationnaire, grâce à une diffusion mutuelle à travers le plasma. L'auteur croit même probable que cette diffusion joue le rôle le plus important dans la Nature, le déplacement des plasmas ne se produisant que pendant une activité tout particulièrement énergique de la cellule.

Faisons remarquer que, dans l'hypothèse de l'auteur, le diagramme d'une cellule végétale correspond parfaitement à celui d'une installation de machine à vapeur, où l'eau alimentant la chaudière serait exposée à un échauffement préliminaire dans un assez grand nombre de gradins, par la vapeur retirée de la machine en fonctionnement et l'eau condensée formée par cette dernière.

[1] *Zeitschrift für Electrochemie*, n° 34, 1906.

§ 6. — Agronomie

La Conservation de l'eau. — Dans une précédente Note[1], consacrée au phénomène à peu près général de la déperdition de l'eau, nous signalions le déboisement comme une des causes principales de ce funeste état de choses. C'est que, sur la pente privée d'arbres, le ruissellement agit avec le maximum d'intensité. Comme l'écrit M. Champsaur[2], l'eau n'est plus divisée par le lacis des tiges et des racines; elle n'est plus maintenue en partie en suspension dans l'air par les organes aériens des végétaux et ainsi plus facilement restituée par évaporation à l'atmosphère. Elle n'est plus absorbée ou filtrée par les débris végétaux qui recouvrent le sol de la forêt. Il ne se produit plus cette action de filtration lente qui a pour résultat de retarder les crues et de régulariser le débit des cours d'eau. Le torrent formé déverse alors dans un temps très court presque toute l'eau reçue dans son bassin de réception. Ce débit peut varier subitement de 1 à 100, tandis que, pour les cours d'eau à bassins boisés, placés dans des situations analogues, la proportion correspondante est de 1 à 5. Ces conditions désastreuses communiquent aux rivières un régime torrentiel très accusé. Leur débit subit les plus grandes variations; elles entraînent des galets d'un volume qui peut aller jusqu'à un décimètre cube; elles occupent presque toute la largeur des vallées et y forment des plages de graviers, de sables ou de limons; elles divaguent sur leurs lits comme les torrents sur les cônes de déjection. Le sol devient « en proie aux torrents », suivant l'expression de Surell. Les rivières ne peuvent plus suffire aux saignées que leur font les villes et les canaux d'irrigation; de là, de graves conflits entre les populations intéressées à la jouissance des eaux disponibles.

Le remède, c'est l'arbre. La forêt régularise la chute des pluies. M. Mathieu, directeur de l'École forestière de Nancy, a observé, pendant onze années consécutives, qu'il tombe une plus grande quantité d'eau sur les surfaces boisées que dans la zone limitrophe, et ces observations ont été corroborées par celles que M. Fautrat a instituées près de Thiers. C'est que le pouvoir réfrigérant des forêts est bien connu. Sous leur couvert, la température est généralement différente de celle d'un terrain nu. Des expériences ont montré que la température de la surface terrestre dans une forêt, en juillet, est d'environ 4° plus basse qu'en terrain découvert, tandis qu'en décembre cette différence est nulle et même négative. La forêt agit aussi sur l'état hygrométrique de l'air : en conservant la fraîcheur du sol, protégé contre l'influence asséchante du vent et des rayons solaires, et aussi par la transpiration des feuilles, l'arbre contribue à accroître l'humidité de l'air ambiant. La forêt condense les eaux souterraines et régularise leur circulation. Bien que son sol reçoive moins d'eau qu'un terrain nu, l'humidité s'y conserve mieux. La couche d'humus qui se forme d'année en année sous le couvert des bois fait fonction d'éponge. Elle retient et

[1] Cf. la *Revue* du 15 septembre 1906.

[2] *Les terrains et les paysages torrentiels des Basses-Alpes*. Paris, Imprimerie nationale, 1900.

absorbé la pluie, qui s'infiltre ainsi lentement dans le sous-sol pour aller reparaître sous forme de sources dans les parties déclives. La neige fond beaucoup plus lentement dans la forêt que sur la terre nue, et l'eau de fusion pénètre à son tour dans les couches souterraines. Notons encore que les bois paralysent l'action néfaste que les vents violents exercent sur la culture. Un simple rideau d'arbres suffit également pour modifier la température ambiante. M. Sorel rapporte que M. Becquerel avait utilisé le rayonnement calorifique du bois pour faire mûrir la vigne dans une localité du Loiret où elle n'avait jamais été cultivée. La forêt fixe les dunes mouvantes et assainit les régions plates et marécageuses. C'est le même pin maritime qui a sauvé les Landes et régénéré la Pologne. Dans nos Alpes, enfin, la forêt est un des rares remèdes efficaces contre l'avalanche.

Il faut donc reboiser : c'est encore la conclusion d'un remarquable Rapport de M. de Grossouvre[1], ingénieur en chef des Mines, dans lequel l'auteur attire en outre l'attention sur l'influence qu'a pu exercer la disparition des étangs qui, situés à la tête des cours d'eau, servaient de régulateurs pour la distribution des eaux pluviales, reçues par le sol. Celles-ci ruissellent maintenant à la surface; elles sont perdues pour les nappes souterraines et se rendent immédiatement aux rivières voisines. Une des parties originales de ce Mémoire est aussi celle où l'auteur montre que l'appauvrissement des sources n'a point pour cause l'augmentation de la transpiration végétale résultant de l'extension et de l'intensité des cultures.

Le mouvement en faveur du reboisement ne cesse de s'étendre. Des instituteurs cherchent à y intéresser leurs élèves. La fête de l'arbre, qui est devenue, aux Etats-Unis, une institution d'Etat, se répand en Europe : on la trouve déjà en Espagne, Italie, Belgique; on cherche à l'implanter chez nous. La Ligue pour le reboisement de l'Algérie l'a organisée, en juin dernier, au Jardin d'essai d'Alger. D'autre part, le ministre des Colonies vient de constituer une Mission à laquelle il a confié le soin de rechercher les mesures à prendre pour assurer la préservation des massifs forestiers de nos possessions africaines, en même temps que le reboisement des régions dénudées. On sait, en effet, que l'assèchement de la surface terrestre n'est point spécial à la France, mais qu'il se fait sentir partout en Europe, en Asie, en Afrique comme en Amérique. Le Président Roosevelt est l'homme d'Etat qui a le mieux compris toute l'importance du reboisement; il en a parlé dans de nombreux messages et il a écrit notamment cette phrase-type : « Les problèmes de la forêt et de l'eau sont peut-être les questions d'ordre intérieur les plus vitales pour les Etats-Unis ».

En France, l'Association pour l'aménagement des montagnes, qui a tenu, à Paris, au mois d'août dernier, son deuxième Congrès, vient d'essaimer en Dauphiné une société-sœur qui s'est fondée à Grenoble par l'initiative du Commandant Audebrand, l'un des spécialistes les plus compétents en matière de houille blanche. L'œuvre si intéressante et si utile de M. Paul Descombes promet d'être particulièrement féconde. Nous consacrerons une prochaine Note à l'examen des solutions pratiques d'aménagement forestier et à leurs conséquences économiques et sociales.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole Supérieure de Commerce de Lyon.

§ 7. — Sciences médicales

Action des rayons X sur les glandes génitales. — On se souvient d'une discussion à l'Académie de Médecine où fut agitée la question très grave de la stérilité provoquée par l'action des rayons X. A cette discussion prirent part MM. Debove, Brouardel et Pinard. Se basant sur les expériences de MM. Bergonié et Tribondeau, en France, d'Abers-Schomberg, en Allemagne, ces maîtres avaient conclu qu'on ne devait pas permettre l'application des rayons X dans la sphère génitale.

Le Dr Fr. Roulier[1] vient de reprendre, dans sa thèse, ce sujet si intéressant. Il confirme d'abord les expériences susdites. Chez le rat et le cobaye, après une série d'irradiations d'intensité moyenne, on constate l'atrophie du testicule et la desquamation de l'épithélium séminal, suivie de son expulsion. Sur l'homme, il existe une azoospermie passagère; mais la réparation semble se faire un mois ou deux après la cessation du traitement. Cet effet désagréable se fait non seulement sentir lorsqu'on irradie directement les testicules, mais même chez les radiologues qui, du fait de leur profession, se trouvent continuellement sous l'effet des rayons X.

Il était intéressant de savoir si, chez la femme, malgré la situation plus profonde de la glande, on obtiendrait les mêmes résultats. Le Dr Roulier a donc collectionné les observations de malades traitées au niveau de la région ovarienne et il n'a trouvé aucun point digne d'être noté; certaines d'entre elles, enceintes, avaient continué normalement leur grossesse; d'autres avaient fait une grossesse postérieurement à leur traitement radiothérapique. Cependant, sur les femelles des cobayes, les expériences avaient donné des résultats positifs, qui ne s'étaient pas maintenus lorsqu'on avait eu affaire à une espèce plus grande, à la chienne par exemple. M. Roulier, pour être fixé, fit même des essais sur le cadavre : il mit, au niveau de l'ovaire d'une femme, une pastille de Sabouraud-Noiré et, malgré la dose énorme qu'il donna sur la peau, il n'obtint, au point considéré, aucun changement de teinte.

De ces recherches, on peut donc conclure que, si l'on arrive à utiliser ce procédé pour obtenir chez l'homme une stérilité passagère, par contre il ne paraît pas applicable chez la femme. Il ne semble donc pas qu'il puisse être employé comme agent malthusien, ainsi qu'on l'avait cru tout d'abord.

§ 8. — Enseignement

L'Institut Océanographique. — Les plans d'avant-projet de l'Institut Océanographique sont terminés et viennent d'être remis au prince de Monaco par M. Nénot, l'architecte de la Sorbonne.

Ce palais, conçu dans le style roman, est en pierre de taille; sa façade est flanquée d'une haute tour carrée et percée de portiques et de baies à plein cintre. Il comprend un vaste amphithéâtre pour les conférences, un musée, une galerie circulaire d'exposition, et autour de cette galerie un aquarium où seront présentés vivants les types les plus curieux de la faune sous-marine.

A côté sont les bureaux du secrétariat et le cabinet du Prince. A l'étage supérieur sont les salons de réception et une tribune s'ouvrant sur l'amphithéâtre.

Le Muséum de la Réunion. — Par mesure budgétaire, le Gouvernement de la Réunion vient de supprimer le poste de Directeur du Muséum de la Réunion. Ce poste est occupé, depuis de nombreuses années, par un naturaliste de talent, M. Bordage, docteur ès sciences, dont les travaux sont connus et fort appréciés du monde scientifique. On sait, d'autre part, les services rendus par ce biologiste à l'Agriculture de cette colonie dans la lutte contre les parasites animaux et végétaux. Aussi nous ne pouvons que regretter de voir une colonie française méconnaître les services de la science, sans doute pour réaliser une économie de quelques milliers de francs, alors que les autres peuples coloniaux s'efforcent de multiplier les postes semblables à celui qui vient d'être supprimé à Saint-Denis!

[1] *Bulletin de la Société d'Agriculture du département du Cher*, t. XXXIV, n° 2. Bourges, 1906.

[1] *Thèse* de Paris, 1906, 71 pages, 2 planches.

L'ATMOSPHÈRE DES VILLES

Quand Lavoisier posa, vers la fin de l'avant-dernier siècle, les bases de la Chimie moderne, il établit en même temps, dans une expérience mémorable, que l'air atmosphérique est un mélange d'oxygène et d'azote ; aussi le nom de l'illustre chimiste français domine-t-il l'histoire chimique de l'air. Son œuvre, en ce qui concerne l'atmosphère, fut complétée d'abord par Gay-Lussac et Humboldt, qui, en 1808, déterminèrent par les procédés eudiométriques, plus précis que ceux qu'employait Lavoisier, la proportion à peu près exacte de chacun des gaz constituants; plus récemment Dumas et Boussingault, ainsi que Regnault, établirent d'une façon définitive, grâce à des méthodes analytiques d'une rare précision, la véritable composition chimique de l'air.

D'après ces savants, l'air contient en volume: 79 °/₀ d'azote et 21 °/₀ d'oxygène, et ces chiffres furent considérés comme exacts jusqu'en 1895, époque où Lord Rayleigh et le Professeur Ramsay montrèrent que l'air contient encore 1 °/₀ d'un gaz nouveau, qu'ils isolèrent et dénommèrent argon.

Sur ces entrefaites, la découverte de l'air liquide étant venue fournir à la science un nouveau moyen de travail, MM. Ramsay et Morris W. Travers parvinrent, trois ans après la découverte de l'argon, à isoler de l'air liquéfié, par distillation fractionnée, une petite quantité de gaz nouveaux : le néon, le krypton et le xénon, à poids atomiques croissants et doués d'une activité chimique presque nulle.

De son côté, au cours des recherches qu'il effectua sur les gaz combustibles de l'air, M. Armand Gautier montra que l'hydrogène à son tour existe à l'état libre dans l'atmosphère ; ce gaz fut même, par la suite, extrait directement de l'air liquide.

Enfin, tout récemment, l'étude des phénomènes de radio-activité a permis, dans une certaine mesure, d'expliquer la présence dans l'air d'un autre gaz très léger: l'hélium, qui paraît être le terme ultime de la désagrégation du radium et que M. Ramsay avait déjà trouvé dans les gaz extraits de la clévéite, puis M. Bouchard dans les eaux de la source de la Raillère à Cauterets. L'hélium fut isolé en quantité appréciable en même temps que le néon, l'argon, le krypton et le xénon, par distillation fractionnée de l'air liquide.

Tous ces gaz, dont l'existence ne nous a été révélée que peu à peu et grâce à des travaux considérables, constituent par leur ensemble la masse atmosphérique proprement dite, car ils jouissent de la propriété d'exister en tous les points du globe, dans une proportion toujours constante.

Cependant, il convient de remarquer qu'à côté de ces gaz il en existe d'autres, en quantité très minime et dont le poids varie à chaque instant; ce sont: la vapeur d'eau, l'acide carbonique et l'ozone. Ces gaz ou vapeurs, qu'on serait tenté de considérer comme accessoires tant leur proportion est faible, ont cependant une importance considérable. Tout le monde connaît aujourd'hui le rôle capital que joue la vapeur d'eau dans les variations de température à la surface du globe, ainsi que dans la vie des animaux et des plantes; chacun sait de même quelle valeur possède l'acide carbonique dans la nutrition des espèces végétales, ainsi que dans les phénomènes de la vie marine; enfin, l'ozone lui-même, dont Schœnbein constata la présence dans l'air en 1840, a depuis cette époque été considéré comme un agent très actif de l'épuration de l'air.

La composition chimique de l'atmosphère paraît aujourd'hui bien établie et laisse peu de place aux surprises. Il est cependant un point qui est toujours resté dans l'ombre : je veux parler de l'altération que peut subir l'air sous l'influence de l'activité humaine.

A priori, il paraît évident que, comparée à l'énorme masse de gaz qui entoure la Terre, la quantité d'éléments étrangers que la vie sous toutes ses formes est susceptible d'introduire dans cette même masse est absolument négligeable. Mais on peut se demander si, dans une grande ville où vivent de nombreux êtres humains, où brûlent d'innombrables foyers, où fonctionnent d'importantes usines, où, en un mot, des produits gazeux sont déversés constamment et en abondance dans l'atmosphère, cette atmosphère conserve une composition identique à celle de la masse.

On sait bien, par expérience, que le séjour prolongé dans les villes exerce une action déprimante, et c'est pourquoi l'air de la campagne est recommandé pour rétablir l'organisme fatigué; mais on ignorait les causes de l'infériorité de l'air des grandes cités et ce n'est guère qu'à l'abondance plus grande des poussières de toute espèce qu'on attribuait ses fâcheux effets.

Pourtant, comme nous le verrons tout à l'heure, l'air des villes présente, sur celui des campagnes, des différences chimiques profondes, desquelles il n'est pas invraisemblable de rapprocher les différences d'action physiologique que l'expérience de chaque jour permet de constater.

I

En 1830, Boussingault avait observé que, dans les villes et les lieux marécageux, il existe un principe hydrogéné gazeux, qu'il supposait être le formène. M. Armand Gautier, il y a quelques années, reprit ces expériences et détermina d'une façon rigoureuse la proportion de carbone et d'hydrogène existant à l'état de combinaison dans l'air des villes, des campagnes et de la mer. Il trouva par exemple, dans 100 mètres cubes d'air de Paris, un poids de 6 gr. 8 de carbone ; cette quantité diminuait beaucoup dans les campagnes et devenait nulle en mer, où cependant se trouvait toujours une certaine proportion d'hydrogène. En l'absence de carbone, ce dernier gaz ne pouvait exister qu'à l'état libre, et ce fut là l'origine de la découverte de l'hydrogène dans l'atmosphère.

Ces travaux permettaient déjà d'affirmer que, dans les grands centres, l'atmosphère subit d'importantes modifications. Pourtant, ne paraît-il pas étrange que les vents ne puissent emporter tous ces gaz, quelle que soit leur origine et au fur et à mesure de leur production, pour les mêler intimement à la grande masse de l'atmosphère ?

Cette question m'a paru intéressante à étudier, et j'y ai consacré plusieurs années de travail qui m'ont permis d'établir le mécanisme de la pollution de l'air. Je vais m'efforcer de montrer comment j'ai été conduit à résoudre le problème.

Quand on dose l'acide carbonique par les procédés habituels, qui consistent à faire barboter plusieurs centaines de litres de gaz dans une solution alcaline qu'on titre avant et après le passage de l'air, on trouve que la proportion de gaz carbonique est toujours égale aux $\frac{3}{10.000}$ du volume total, c'est-à-dire à 30 litres par 100 mètres cubes. On observe aussi que les nombres ne varient que très peu si l'on examine l'air marin, l'air des campagnes ou même celui des grandes villes.

Cependant, quand on introduit l'air de Paris dans un récipient clos et qu'on le maintient vingt-quatre heures en contact avec une base forte comme la potasse ou la soude, on voit la proportion d'acide augmenter considérablement et arriver fréquemment à $\frac{4}{10.000}$. Mais, dès qu'on s'éloigne de la ville, cette proportion diminue et les résultats se rapprochent beaucoup de la normale.

L'appareil que j'ai utilisé dans la circonstance consistait en un ballon de verre de 5 à 6 litres de capacité et dans lequel on faisait le vide. Un robinet permettait d'introduire l'air, et un tube à brome de faire pénétrer l'alcali sans ouvrir le ballon.

Or, si, dans un semblable récipient clos, on introduit de l'acide carbonique pur mélangé d'oxygène et d'azote purs, on s'aperçoit qu'après dix minutes seulement de contact, l'absorption de l'acide carbonique est complète. Mais, puisque cette durée est insuffisante quand il s'agit de l'air extérieur, il faut de toute nécessité que, dans les villes, il existe des corps autres que l'acide carbonique, capables de réagir au bout d'un temps très long sur les alcalis. D'autre part, la teneur normale en acide carbonique qu'on observe dans la campagne en opérant par contact prolongé, prouve que ces mêmes corps ne s'y rencontrent pas. Et cela nous amène à conclure que, la grande atmosphère étant exempte de tels produits, ces derniers ne peuvent avoir pour origine que l'activité humaine.

Les grandes agglomérations rejettent dans l'atmosphère des produits gazeux de différente nature, dont l'origine est due : 1° aux phénomènes de respiration ; 2° aux phénomènes de combustion.

Abandonnons pour un instant les phénomènes de combustion pour porter toute notre attention sur les produits gazeux de la respiration. Remplissons deux ballons avec l'air d'une salle où plusieurs personnes ont séjourné longtemps et dosons la quantité d'acide contenue dans ces ballons, en laissant le premier dix minutes en contact avec un alcali, c'est-à-dire le temps nécessaire à l'absorption de l'acide carbonique, et le second vingt-quatre heures dans les mêmes conditions. Nous observerons que la teneur en acide du second ballon est supérieure à celle du premier et que le phénomène est en tous points comparable à ce qui se passe avec l'air de la ville puisé en dehors des édifices. Il paraît donc naturel de relier ces faits et d'attribuer aux produits de la respiration les différences existant entre les nombres élevés que fournit un contact prolongé et la teneur normale de l'air en acide carbonique.

Mais, pour cela, il nous faut montrer que ces produits sont bien susceptibles de saturer peu à peu les bases fortes, c'est-à-dire de jouer le rôle d'acides.

Si l'on condense dans un serpentin la vapeur d'eau exhalée par les poumons, on obtient un liquide neutre, à odeur fade et doué de propriétés réductrices assez énergiques. Ce liquide, distillé sur l'acide sulfurique, laisse échapper un ou plusieurs acides volatils. Chauffé, au contraire, avec de la potasse, il abandonne des substances très fortement basiques, à odeur ammoniacale prononcée. Dès lors, on s'explique très bien que de tels corps, qui sont en somme des sels à bases volatiles, puissent, à la longue, saturer un alcali par leur acide, en laissant leur base se dégager.

Cependant, une grosse objection se présente à

l'esprit. On comprend bien que dans une atmosphère confinée les produits de la respiration séjournent et, étant donnée leur composition, produisent les effets observés ; mais dans l'air extérieur, incessamment agité, en contact permanent avec la masse atmosphérique, comment admettre leur présence ?

Quelques expériences vont nous permettre de répondre. Prélevons dans Paris, par exemple, avec un ballon clos, de l'air pendant un brouillard. Nous obtiendrons, après un contact de dix minutes seulement, un nombre qui, calculé en acide carbonique, atteindra facilement $\frac{4}{10.000}$, tandis qu'à la campagne, dans les mêmes conditions, nous ne dépasserons pas la normale. On est tenté, pour expliquer le fait, d'admettre que la vapeur d'eau, en se condensant en fines gouttelettes pour former le brouillard, dissout peu à peu certaines substances contenues dans l'air de la ville et qu'une fois dissoutes ces substances agissent rapidement sur les alcalis, tandis qu'ordinairement, leur dissolution ne s'effectuant que peu à peu, on ne parvient à déceler leur présence qu'après un certain temps.

C'est là une hypothèse que nous pouvons chercher à vérifier. Pour cela, prélevons l'air extérieur de la ville au moyen d'une longue et étroite canalisation, que nous mettrons en communication avec un ballon dans lequel on aura fait le vide. Si nous ouvrons le ballon, il existera dans la canalisation, pendant le remplissage, un vide partiel qui aura pour effet de condenser une partie de la vapeur d'eau. Si notre hypothèse est exacte, cette eau, en se condensant, entraînera avec elle les substances solubles contenues dans l'air, et seuls pénètreront dans le ballon les gaz insolubles tels que l'acide carbonique.

Or, l'analyse des échantillons d'air prélevés dans ces conditions et maintenus vingt-quatre heures en contact avec un liquide absorbant, a toujours fourni des résultats beaucoup plus faibles que ceux qu'on obtenait au même moment en aspirant directement l'air extérieur. La vapeur d'eau, en se condensant, paraît donc bien retenir des substances actives.

Si maintenant, au moyen d'une pompe, nous comprimons de l'air dans un réservoir et si nous vidons ce dernier par fractions, en analysant chacune d'elles, nous obtiendrons des nombres qui iront sans cesse en croissant. Dans ce cas, en effet, chaque ouverture du réservoir produit une détente et par suite une condensation, dont l'effet est de précipiter les substances solubles de l'air et d'enrichir peu à peu le gaz du récipient de ces substances. Et cela est tellement vrai que, si l'on vide le réservoir au moyen de détentes alternativement lentes et rapides, c'est-à-dire produisant, les unes une très faible condensation et les autres une condensation très intense, on obtient des résultats alternativement élevés et faibles, mais présentant, dans l'ensemble, une marche toujours ascendante.

L'expérience prouve que les produits de la respiration existent presque en tout temps dans l'air des villes, car il n'y a guère que pendant les journées sèches du printemps et de l'hiver, ou après une violente tempête de sud-ouest, qu'on ne les rencontre pas. Si donc, d'autre part, nous pouvons démontrer que la condensation de la vapeur d'eau dans l'air est permanente, nous comprendrons pourquoi la présence des produits de la respiration dans l'atmosphère est constante, la condensation les ramenant toujours dans les basses couches de l'air.

Les observations météorologiques ont permis de constater que, durant les pluies et même pendant les brouillards, l'hygromètre est bien au-dessous du point 100; si la pluie est de longue durée, la tension de la vapeur d'eau augmente bien peu à peu, mais jamais elle n'arrive à la saturation. D'autre part, au cours d'ascensions exécutées par l'Aéro-Club de Vienne, les aéronautes ont observé fréquemment, à des altitudes comprises entre 3.000 et 4.000 mètres, *dans des nuages*, des indications hygrométriques variant de 100 à 60 et même moins. Il s'ensuit donc que des gouttes liquides peuvent exister dans une atmosphère non saturée de vapeur d'eau.

Au point de vue théorique, M. Langevin a démontré par la Thermodynamique que, dans une semblable atmosphère, il peut y avoir équilibre pour des gouttelettes d'un diamètre voisin de $\frac{1}{100}$ de micron, soit $\frac{1}{100.000}$ de millimètre, et il a cherché à mettre ces gouttelettes en évidence. On savait déjà, d'après les recherches d'Aitken et de Coulier, que les poussières provoquent la condensation de la vapeur d'eau, en ce sens que chacune d'elles joue, dans une atmosphère sursaturée de vapeur, le rôle d'un germe destiné à former une gouttelette. On sait aussi, grâce aux travaux de C.-T.-R. Wilson et d'Elster et Geitel, que l'atmosphère contient de petits centres électrisés ou ions, capables d'agir sur la vapeur d'eau sursaturante, tout comme les poussières; mais ces ions sont d'un diamètre bien inférieur à $\frac{1}{100}$ de micron. M. Langevin, en étudiant avec plus de soin l'ionisation atmosphérique, observa que l'air renferme en grande quantité de gros ions semblables à ceux que produit le phosphore et ayant un diamètre justement égal à $\frac{1}{100}$ de micron, c'est-à-dire de l'ordre de grandeur que la théorie assigne aux gouttes

liquides en équilibre avec une atmosphère non saturée.

Or, au plus fort de l'été, l'état hygrométrique dans la ville ne s'abaisse guère, en moyenne, au-dessous de 60. Cette valeur élevée, jointe aux observations qui précèdent, permet de considérer comme infiniment probable la présence constante d'eau en gouttelettes dans l'atmosphère.

Ces petites gouttelettes sont capables, tout comme les grosses, d'absorber les vapeurs solubles qu'elles rencontrent dans l'air, et ces vapeurs, que l'on peut alors considérer comme de véritables poussières, sont destinées fatalement à rejoindre le sol.

II

Nous allons examiner maintenant si les produits de la combustion sont susceptibles d'influencer à leur tour l'air atmosphérique.

Quand on dirige, dans un ballon refroidi, un courant de vapeur d'eau et un courant d'air de Paris, on obtient, par condensation de la vapeur, un liquide qui contient toutes les substances susceptibles de dissolution et primitivement mélangées à l'air. En étudiant ce liquide, on constate qu'il est neutre, incolore, qu'il contient des sels ammoniacaux, mais aussi qu'il possède des propriétés réductrices très nettes. Ainsi, il réduit les sels d'or, le nitrate d'argent à l'ébullition, le permanganate de potassium en solution alcaline vers 60°; il ramène le bichlorure de mercure à l'état de calomel et donne avec un peu de perchlorure de fer une coloration rouge. Ces diverses réactions appartiennent à l'acide formique et j'ai cherché à identifier ce corps d'une façon précise.

A cet effet, on concentre environ 50 litres d'eau de condensation en présence de soude pure, puis on distille le produit obtenu avec de l'acide sulfurique. Il passe à la distillation un liquide acide possédant l'odeur caractéristique de l'acide formique. Recueilli dans la soude pure et redistillé plusieurs fois sur l'acide sulfurique, il fournit une liqueur exempte de matières organiques et qui, saturée par l'eau de baryte, donne un sel que l'on peut faire cristalliser. Le poids de sel de baryum obtenu de cette façon est ensuite calciné, ce qui donne un nouveau sel : le carbonate de baryum. Son poids correspondant exactement à celui que produirait un poids de formiate de baryum égal à celui du sel analysé, il s'ensuit que l'acide extrait de l'air est bien l'acide formique.

On rencontre cet acide dans l'atmosphère des villes à l'état de sel ammoniacal, et les eaux météoriques, particulièrement celles qui proviennent des brouillards, en contiennent relativement beaucoup. On le trouve encore dans les gaz qu'on extrait du sol, où il prend probablement naissance sous l'influence de fermentations.

L'acide formique n'est pas le seul corps réducteur que renferme l'atmosphère des villes. En étudiant l'action du réactif de Nessler sur les eaux météoriques, j'avais remarqué qu'il ne donne jamais avec ces eaux une teinte jaune limpide, comme le font toujours les solutions ammoniacales pures et très diluées. On obtient, au contraire, des teintes toujours louches, et si l'on ajoute après le réactif de Nessler un excès d'acide acétique, il se produit une coloration jaune-verdâtre très belle, assez semblable à celle d'une émulsion d'absinthe avec l'eau. Cette réaction particulière ne se produit ni avec les sels ammoniacaux, ni avec ceux des amines primaires; par contre, on l'observe avec les sels d'hydrazine, d'hydroxylamine et, en général, avec tous les corps réducteurs capables d'agir à froid sur le réactif de Nessler.

L'acide formique n'ayant aucune action sur ce réactif, il paraissait donc certain que, dans l'air, existait encore un composé énergiquement réducteur, que je me suis proposé d'isoler et de déterminer. Après des recherches très longues, je suis parvenu au but de la façon suivante :

On recueille avec soin une centaine de litres d'eau provenant de la condensation des brouillards d'hiver, et on concentre le liquide au bain-marie à 60° environ. Une partie du corps cherché, qui est volatil, est perdue dans cette opération, mais le liquide se concentre de plus en plus. Quand il ne forme plus qu'un volume de 500 centimètres cubes environ, il ramène le réactif de Nessler à l'état de mercure métallique au bout de quelques secondes. On distille alors ce liquide à l'ébullition, et on constate que le distillatum présente toutes les propriétés des aldéhydes : réduction du nitrate d'argent ammoniacal, de la liqueur de Fehling et de l'acide chromique en solution sulfurique, ainsi que recoloration en rouge-violet du bisulfite de rosaniline.

Il restait à voir à quel aldéhyde on avait affaire. Or, si l'on fait agir la solution aldéhydique sur l'hydroxylamine pour former une oxime, on obtient de l'acide cyanhydrique, ne pouvant provenir que de la déshydratation de la formaldoxime qui s'est produite.

De plus, si l'on condense le liquide d'essai avec de la diméthylaniline en solution sulfurique, on obtient, après saturation par la soude caustique et élimination de l'excès de diméthylaniline, une base insoluble qu'on peut recueillir sur un filtre. Cette base n'est autre chose que le tétraméthyldiaminodiphénylméthane, car, en présence d'acide acétique et de bioxyde de plomb, elle donne naissance à une magnifique couleur bleue : l'hydrol de Michler.

Ces réactions, absolument spécifiques, mettent

hors de doute l'existence dans l'air d'un corps nouveau : l'aldéhyde formique, formaldéhyde ou méthanal.

L'atmosphère contient donc, au moins dans les villes, de l'acide formique et du formaldéhyde. La question est maintenant de savoir d'où proviennent ces corps.

Dès qu'il eut connaissance de leur existence, M. Trillat suggéra que le formaldéhyde pourrait bien provenir des fumées et montra que toutes les combustions incomplètes donnent naissance à cette substance. Des essais directs m'ayant démontré l'absence complète de ce composé à la fois dans l'atmosphère de la mer, dans le sol et dans les produits de la respiration, il était de toute évidence qu'il ne pouvait être originaire que des combustions, ce qui justifiait l'hypothèse de M. Trillat.

La proportion d'acide formique répandu dans l'air ne paraît guère excéder 5 à 6 milligrammes par 100 mètres cubes, mais celle du formaldéhyde est certainement beaucoup plus considérable, bien qu'on ne sache pas encore le doser avec précision dans l'air.

Quoi qu'il en soit, l'acide et l'aldéhyde formique ne représentent qu'une fraction infime du volume d'air auquel ils sont mélangés : 1/1.000.000 ou 2/1.000.000 au plus; et cela n'a rien d'étonnant si l'on songe que, pendant les combustions, il ne s'en produit que des doses extrêmement faibles. Mais, ce qui paraît surprenant au plus haut point, c'est que des gaz tels que l'acide carbonique et l'oxyde de carbone, qui s'échappent à torrents de tous les foyers, soient sans action marquée sur la composition de l'air. Nous savons, en effet, que la proportion d'acide carbonique n'est pas sensiblement plus élevée à la ville qu'à la campagne, et M. Armand Gautier a constaté que l'air de Paris ne renferme jamais d'oxyde de carbone.

Comment donc est-il possible de concilier l'absence complète dans l'air de gaz qu'on y déverse en abondance, avec la présence continuelle de produits qui n'y sont répandus qu'en très faible proportion?

Ici encore intervient la condensation de la vapeur d'eau, et le phénomène est exactement semblable à celui qui a lieu avec les produits de la respiration. L'acide formique et ses sels, ainsi que le formaldéhyde, sont très solubles dans l'eau, et leur dissolution très étendue n'a pas de tension de vapeur sensible à la pression et à la température ordinaires. Il s'ensuit qu'ils sont enrobés facilement par les gouttelettes liquides qui les ramènent constamment vers le sol. Au contraire, l'acide carbonique et surtout l'oxyde de carbone, fort peu solubles, échappent à l'action de l'eau et se mélangent rapidement à la masse atmosphérique, abandonnant ainsi le lieu où ils ont pris naissance. D'après cela, il est certain que toutes les vapeurs issues des combustions sont capables d'être maintenues dans l'air grâce à l'eau condensée, et de créer par leur présence une pollution permanente de l'atmosphère.

III

J'ai cherché à doser l'ensemble de ces corps doués de propriétés réductrices en les transformant en acide carbonique au moyen de l'oxyde de mercure chauffé à 250°. La moyenne annuelle du poids de carbone obtenu ainsi est égale à 1 gr. 9 par 100 mètres cubes d'air dans le centre de Paris et à 1 gr. 3 à Montsouris, au sud de la ville. Ce poids de carbone, qui par lui-même est considérable, reste bien inférieur à celui qu'a obtenu M. Armand Gautier, qui a trouvé dans Paris 6 gr. 8; mais il convient de remarquer que ces deux catégories de résultats n'ont pas la même signification. Alors que les chiffres de M. Armand Gautier se rapportent au carbone total contenu dans l'air à l'état de combinaisons gazeuses autres que l'acide carbonique, ceux qu'a fournis l'oxyde de mercure sont relatifs aux seuls composés du carbone qui sont facilement oxydables, et par suite capables d'avoir sur l'organisme une action chimique appréciable. Au point de vue physiologique, ce sont eux qui nous importent le plus.

Si l'on examine la variation annuelle du poids de carbone réducteur au centre de Paris et à Montsouris, on constate que c'est en plein été, alors que le nombre des foyers est minimum, que ce poids est le plus élevé. Ce résultat s'explique aisément si l'on remarque que les mois d'été sont ceux où l'état hygrométrique est le plus faible, et conséquemment où les condensations sont le moins intenses. Les gouttelettes qui subsistent sont alors très petites et ne tombent que fort lentement sur le sol, de sorte que toutes les vapeurs qu'elles ont dissoutes restent en suspension dans l'atmosphère, qui se trouve alors au maximum de pollution. L'hiver, au contraire, où les condensations sont nombreuses et intenses, où les gouttes liquides sont très grosses et tombent rapidement sur le sol, l'air atmosphérique se débarrasse plus vite qu'en été de ses vapeurs malsaines.

Malgré tout, il faut malheureusement constater que, d'un bout de l'année à l'autre, l'atmosphère de Paris reste polluée; que, d'une part, les brouillards et les brumes sont le réceptacle de toutes les impuretés de l'atmosphère, et que, d'autre part, les jours d'été, l'air, quoique généralement plus sec, n'est guère favorable aux poumons, puisqu'il contient des matières réductrices en plus grande quantité.

Nous pouvons donc considérer comme établi le principe suivant :

Lorsque, dans l'atmosphère d'une ville, on déverse un mélange de produits gazeux comprenant : d'une part, des substances insolubles dans l'eau à la pression où elles se trouvent dans le mélange, et, d'autre part, des substances solubles dans les mêmes conditions, les premières se dispersent dans toute la masse atmosphérique, tandis que les secondes se condensent avec la vapeur d'eau et sont ramenées dans les couches inférieures de l'air.

Ce principe résume l'ensemble des phénomènes physiques qui concourent à la pollution de l'air des villes quand cet air est au repos; il ne tient nullement compte de l'état d'agitation de l'atmosphère, et l'on peut se demander ce qu'il devient dès que souffle un vent violent.

La réponse à cette question est facile. L'analyse quotidienne montre, en effet, que par tous les temps, secs ou humides, calmes ou agités, l'air est souillé de gaz réducteurs. Il est probable que les obstacles que rencontre le vent dans sa marche, à l'intérieur d'une grande ville comme Paris, s'opposent au renouvellement de l'air; mais la situation topographique de la ville joue certainement, dans la circonstance, le rôle prépondérant. Si, en effet, on examine Paris des hauteurs qui l'avoisinent, on voit très fréquemment, à la place où se trouve la cité, une immense cuvette remplie de vapeurs plus ou moins épaisses, qui n'en occupent que le fond. Les courants atmosphériques balayent la partie supérieure de la cuvette, mais ne produisent dans la partie inférieure que des remous inefficaces.

Aussi, peut-on compléter le principe précédent par le suivant :

Dans une ville de grande étendue, surtout si elle se trouve à l'intérieur d'un vallonnement, les couches inférieures de l'air ne se renouvellent qu'avec une vitesse plus faible que celle de la pollution, ou ne subissent, de la part de l'air des hautes régions, qu'un brassage sur place, sans purification appréciable.

Nous avons vu tout à l'heure que l'air de la mer, le seul qu'on puisse considérer comme à l'abri de toute contamination, contient, outre les gaz élémentaires : de la vapeur d'eau, de l'acide carbonique et de l'ozone en tout temps; jamais on n'y rencontre de gaz réducteurs. C'est bien là l'atmosphère type, que nous devons considérer comme pure et qui nous servira de terme de comparaison. Celle des campagnes isolées et des montagnes s'en rapproche d'ailleurs beaucoup.

Les propriétés d'une atmosphère pure diffèrent essentiellement de celles de l'air des grandes villes. Dans celles-ci, nous l'avons vu, on ne trouve de l'ozone que bien rarement et grâce à des conditions météorologiques spéciales. Cela tient à ce que les gaz réducteurs produits sont en proportion tellement grande par rapport au gaz oxydant, — 1 gr. 9 de carbone, vis-à-vis de 2 à 3 milligrammes d'ozone, — que ce dernier disparaît intégralement. Cette disproportion entre les réducteurs et l'ozone montre jusqu'à l'évidence qu'il est impossible de considérer l'ozone comme un épurateur de l'air, et, si son action sur l'organisme est indiscutable, elle ne peut se manifester qu'en l'absence des gaz réducteurs, ce qui est loin d'être le cas dans l'intérieur des villes.

Il résulte de tout ceci que, chimiquement, on peut nettement différencier l'air des villes de l'air pur, au moyen de la formule suivante :

L'atmosphère des campagnes et de la mer possède toujours des propriétés énergiquement oxydantes; au contraire, celle des grandes villes est toujours réductrice.

Il y a là une divergence de propriétés extrêmement nette, et il est infiniment probable que l'état d'infériorité physique du citadin sur le campagnard est dû, en partie, à l'air que chacun d'eux respire.

IV

Comme je l'ai dit en commençant, on a considéré depuis longtemps l'ozone comme un épurateur très actif de l'air, à cause de ses propriétés énergiquement oxydantes, et nous venons de voir que l'on avait bien tort, sinon en principe, du moins en fait. On a même été jusqu'à voir dans sa présence, en un lieu donné, un gage certain de la pureté de l'air. Il y a là encore une grosse erreur.

L'ozone, qui existe dans les campagnes à la dose de 2 à 4 milligrammes par 100 mètres cubes d'air, est certainement un antiseptique puissant, et son efficacité sur l'appareil respiratoire est connue en thérapeutique depuis longtemps; mais sa présence en un lieu déterminé ne prouve pas que l'air soit pur en ce point. Ainsi par exemple, à Montsouris, on trouve de l'ozone chaque jour, et cependant on y rencontre aussi des gaz réducteurs en abondance.

Est-ce à dire qu'oxydants et réducteurs puissent subsister dans une atmosphère humide, et par suite favorable aux actions chimiques, sans se détruire? Cela est bien peu vraisemblable, car l'expérience prouve que l'ozone réagit énergiquement sur les gaz réducteurs de l'air, et je citerai en particulier son absence complète à l'intérieur de Paris, qui ne peut être expliquée que par un phénomène de destruction.

Les deux expériences suivantes vont vous donner la clef de l'énigme. Exposons dans l'air, au sud de Paris par exemple, un papier imprégné d'iodure de potassium et d'empois d'amidon. Si le vent vient du

Sud ou du Sud-Ouest, c'est-à-dire directement de la campagne sans avoir traversé la ville, nous verrons le papier bleuir peu à peu, par suite de la formation d'iodure d'amidon sous l'influence de l'ozone. Mais, que le vent vienne à changer de direction et arrive du Nord en traversant Paris dans la largeur, nous verrons alors que, non seulement la teinte du papier n'augmente plus d'intensité, mais encore qu'il se décolore.

Pour effectuer la seconde expérience, disposons à l'air extérieur, d'une part un papier ioduré et amidonné sensible à l'ozone, et d'autre part, sur une soucoupe de porcelaine, des gouttes de réactif de Nessler que le formaldéhyde a la propriété de réduire rapidement en donnant des taches noires de mercure métallique. Quand le vent vient du Sud-Ouest, le papier se colore, mais l'autre réactif reste intact. Inversement, quand le vent souffle du Nord ou de l'Est, c'est le réactif de Nessler qui noircit, sans que le papier perde rien de sa blancheur.

On voit donc nettement qu'à Montsouris, par exemple, l'ozone et les gaz réducteurs se succèdent suivant la direction des vents, mais sans jamais exister en même temps. Le lieu considéré dans nos expériences est donc soumis : tantôt à des vents oxydants, tantôt à des vents réducteurs, et la présence de l'ozone ne prouve nullement que l'atmosphère y soit toujours pure. Celle-ci est naturellement préférable à celle d'un point où l'ozone n'existe jamais, mais rien de plus.

Aussi, la formule qui détermine les conditions auxquelles doit satisfaire l'air pur peut s'énoncer comme suit :

L'atmosphère d'un lieu est exempte de toute souillure émanant des grandes agglomérations humaines lorsqu'elle renferme de l'ozone d'une façon permanente, bien qu'en proportion variable, et quand on n'y constate jamais la présence de produits réducteurs et surtout du formaldéhyde.

Etant donné que les propriétés oxydantes d'une atmosphère pure sont dues à l'ozone, on est fondé à rechercher l'origine de ce gaz. Sa formation a été attribuée d'abord aux effluves et aux étincelles électriques qui se produisent pendant les orages ; puis, quand on s'est aperçu que l'ozone existe d'une façon permanente et que l'explication était au moins incomplète, on a pensé que les combustions lentes qui se produisent à la surface du sol ou durant la vie végétale pourraient bien être la cause de la formation continuelle de l'ozone. On sait, en effet, qu'une combustion vive, comme dans le cas d'une flamme, produit de l'ozone si l'on refroidit l'air environnant assez rapidement, et qu'une combustion lente, comme celle du phosphore, est toujours accompagnée de la production d'une petite quantité d'ozone.

Ces diverses hypothèses sur l'origine de l'ozone me paraissent peu fondées. D'abord, on n'a jamais pu mettre en évidence la formation d'ozone, ni à la surface du sol, ni au milieu des bois. On a bien prétendu que les bois de pins, si appréciés en thérapeutique, devaient leurs vertus à l'ozone qui se formerait par oxydation des térébenthines, mais les méthodes employées pour s'assurer du fait sont trop discutables pour qu'on puisse accepter les résultats auxquels elles ont conduit. De plus, il paraîtrait singulier d'admettre que l'ozone prend naissance au niveau du sol, ce milieu étant, par excellence, le plus favorable à sa destruction. Cependant, si malgré tout il en était ainsi, la proportion du gaz oxydant devrait diminuer avec l'altitude, et c'est tout le contraire qu'on observe. Ainsi, par exemple, M. Maurice de Thierry a obtenu aux Grands-Mulets, à 3.020 mètres d'altitude, un poids d'ozone égal à $9^{mgr},4$ par 100 mètres cubes, tandis que le même jour, à Montsouris, on n'en trouvait que $1^{mgr},9$, c'est-à-dire cinq fois moins.

Il faut donc rechercher l'origine de l'ozone ailleurs que dans les phénomènes de combustions lentes dont le sol est le siège.

L'expérience montre qu'à Montsouris l'ozone est maximum par les vents du Sud-Ouest et décroît quand la direction du vent change, bien que, lorsqu'il souffle entre l'Est et l'Ouest, il ne passe pas sur Paris. Naturellement, l'ozone diminue encore quand les vents soufflent des régions Nord, parce que, dans ce cas, ils ont traversé toute la ville.

Un second facteur important de l'augmentation de la teneur de l'air en ozone est la pluie. Chaque précipitation atmosphérique est toujours accompagnée d'une élévation du taux d'ozone.

Des expériences encore inédites m'ont permis de considérer les vents soufflant du Sud-Ouest comme capables d'apporter à la surface du sol l'air des hautes régions de l'atmosphère. Les pluies agissent vraisemblablement de même en entraînant, autour de chaque goutte liquide, une gaîne de l'air où elles ont pris naissance. Dès lors, on est en droit de penser que c'est dans les hautes régions que l'ozone se forme, sous l'influence probable des radiations ultra-violettes émises par les rayons solaires que rien n'arrête, ou peut-être encore sous l'action des effluves dont l'air très raréfié peut être constamment le siège, ainsi que l'ont montré les beaux travaux de M. Bouty sur la limite de l'état diélectrique dans les gaz.

V

Maintenant que nous connaissons le mécanisme de la pollution de l'air dans les villes, il nous est possible d'en tirer un enseignement pratique pour

l'avenir, afin d'éviter les conséquences fâcheuses de l'état de choses actuel. Nous voyons, tout d'abord, que la position d'une ville dans un repli de terrain est une condition défavorable à son aération ; c'est en plaine ou sur une élévation qu'il faudrait la bâtir. Malheureusement, on se heurte ici à des questions économiques qui priment tout. C'est, en effet, la facilité des communications par eau, par terre, ou par voies ferrées, ainsi que la proximité des régions fertiles, qui déterminent l'emplacement d'une cité. Aussi, de ce côté, y a-t-il peu de chose à espérer pour l'hygiène. Mais, en considérant une ville quelconque, on pourrait encore l'assainir en ayant soin d'orienter ses rues dans la direction des vents les plus violents.

Pour arriver dans ces conditions à un bon résultat, il serait indispensable encore de réduire le plus possible les obstacles que rencontrent les courants aériens en augmentant la largeur des voies publiques et en réduisant la hauteur des édifices. De cette façon, même si la ville se trouvait encaissée, la couche d'air qui passerait au-dessus d'elle pourrait encore, par diffusion, renouveler suffisamment l'atmosphère au niveau du sol.

En ce qui concerne les atmosphères confinées, qui contiennent toujours, quoi qu'on fasse, les gaz réducteurs de la respiration, il convient de les aérer très fréquemment. Mais, sous prétexte d'éviter les microbes, il ne serait pas sage de maintenir dans un local habité des appareils formogènes, qui entretiennent toujours une atmosphère réductrice. Le formaldéhyde, envisagé comme agent de stérilisation, ne doit être utilisé que dans des locaux évacués pendant, au moins, le temps nécessaire à la désinfection. Cependant, si l'on voulait purifier d'une manière continue l'atmosphère d'une pièce toujours occupée, c'est à l'ozone qu'il faudrait s'adresser, puisqu'il nous est indiqué par la Nature elle-même. Son emploi est, il est vrai, pour l'instant, peu pratique, mais il peut être remplacé par les rayons solaires, dont les propriétés antiseptiques sont bien connues.

On sait, en effet, aujourd'hui, que l'atmosphère est le siège d'un rayonnement perpétuel, dont les causes sont multiples. A côté des rayons émis par les corps radio-actifs dont le sol envoie les émanations dans l'atmosphère et desquels les propriétés physiologiques sont encore à l'étude, l'astre qui nous éclaire produit sur le globe terrestre un rayonnement très complexe. Les ondes lumineuses, en particulier, ont fait l'objet de nombreuses recherches, et la photothérapie, ou traitement de certaines maladies par la lumière, a déjà fait ses preuves; quant à la partie ultra-violette du spectre solaire, qui possède des propriétés bactéricides très prononcées, nous lui devons un culte spécial, que nous ne pouvons lui rendre qu'en donnant largement accès dans nos demeures à la bienfaisante lumière du soleil[1].

H. Henriet,

Docteur ès Sciences.

LE MÉCANISME DE LA RÉGÉNÉRESCENCE NERVEUSE

DEUXIÈME PARTIE : LES TRANSPLANTATIONS NERVEUSES

Dans un premier article[1], nous avons examiné les principaux phénomènes qui caractérisent la dégénérescence et la régénération des nerfs sectionnés. L'étude des transplantations nerveuses est de nature à jeter une certaine lumière sur le mécanisme intime de la dégénérescence et la régénération nerveuses; aussi croyons-nous nécessaire d'exposer ici quelques recherches sur ce sujet.

I

Il y a longtemps que plusieurs auteurs se sont occupés de cette question, mais il faut arriver aux expériences de Merzbacher pour apprécier la juste valeur de ce genre de recherches. Cet auteur a montré que les essais de transplantation d'un morceau de nerf de lapin à un cobaye, du cobaye au lapin, du chien au lapin et du lapin au chien, etc., s'accompagnent, en général, non pas de la régénérescence du nerf transplanté, mais, au contraire, de sa nécrose. Si la transplantation a lieu du chien au chien, du lapin au lapin, du cobaye au cobaye, le nerf transplanté présente les caractères de la dégénérescence wallérienne.

En d'autres mots, la dégénérescence n'existe que dans des cas d'auto- et d'homo-transplantation. Merzbacher[2] a constaté que la myéline des fibres

[1] Voir la *Revue* du 28 février 1907, t. XVIII, p. 145.

[1] Conférence faite au Laboratoire de M. Haller à la Sorbonne le 13 décembre 1906.

[2] Merzbacher : Zur Biologie der Nervendegeneration (Ergebnisse von Transplantationsversuche). *Neurol. Centralblatt*, 15 février 1905.

nerveuses des nerfs transplantés ne se colore qu'incomplètement et prend parfois une nuance brune ou grisâtre; elle a un aspect rigide. A la surface des fibres nerveuses, on voit des produits de coagulation, mais il n'y a pas de boules ni de gouttelettes de myéline. Il s'agirait donc, non pas d'un processus de dégénérescence, mais de la nécrose.

Nous avons repris, avec le concours de nos préparateurs MM. Goldstein et J. Minea, l'étude des transplantations nerveuses : le nombre de nos expériences étant considérable (elles dépassent la centaine), nous ne pouvons en donner qu'un court résumé. Elles ont porté sur des chiens, des chats, des lapins, des cobayes, des corbeaux, etc.; et l'on a fait les transplantations du nerf de chien, soit au même chien ou à un autre chien, c'est-à-dire de l'auto- et de l'homo-transplantation, ou bien du chien au chat, au lapin ou au cobaye, etc. A certains points de vue, nos recherches concordent avec celles de Merzbacher; à certains autres, elles en diffèrent; en tous cas, elles les complètent, car cet auteur n'a eu en vue que la myéline. En outre, il ne s'est pas occupé des modifications du cylindraxe et des cellules de Schwann, ni des phénomènes vasculaires, qui sont de beaucoup les plus importants. Dans la grande majorité des cas, on a transplanté un morceau de nerf à la place d'un autre. Ce n'est que très rarement qu'on a pratiqué les expériences sous la peau.

Lorsqu'on enlève un morceau de nerf et qu'on le place sous la peau chez le même animal ou bien chez un autre de la même espèce, on constate, au bout d'une semaine, en dehors de la fragmentation de la myéline et de l'axolyse, l'apparition d'un grand nombre de cellules fusiformes, à noyau oblong, disposées en faisceaux orientés dans diverses directions. En tout cas, on ne voit pas de faisceaux de cellules satellites faciles à suivre sur une très grande distance; la plupart d'entre eux sont courts et s'entre-croisent. Ces cellules apotrophiques présentent un noyau oblong, beaucoup de granulations et de un à deux nucléoles. Parfois, elles offrent des vacuoles. Le morceau transplanté ainsi n'offre pas de fibres de nouvelle formation, ni après six jours, ni après seize et vingt jours.

Lorsqu'on a fait les transplantations d'un nerf sur le trajet d'un autre nerf de la même espèce, l'aspect extérieur et les modifications histologiques fines du morceau transplanté ont varié avec la survie de l'animal. On peut dire cependant qu'en général le morceau de nerf transplanté, dans les cas d'auto- et d'homo-transplantation, s'est rapproché d'autant plus de l'aspect et des qualités du nerf réséqué que l'animal a survécu plus longtemps; de sorte qu'après un certain temps il s'est trouvé incorporé. Au contraire, dans les cas d'hétéro-transplantation, même si ce morceau a été trouvé réuni aux deux bouts du nerf réséqué, son aspect différait complètement du nerf autochtone. Ainsi, on le trouvait tuméfié, d'une coloration ocreuse, parfois grisâtre, et sa consistance était parfois plus grande que celle du nerf propre de l'animal. Ces expériences prouvent que la réunion des deux bouts sectionnés ne dépend pas toujours de la régénérescence et qu'elle peut se faire sans que la régénérescence existe.

Les lésions histologiques du morceau de nerf

Fig. 1. — *Hétéro-transplantation du cubital du chien sur le lapin.* — On y voit trois cylindraxes profondément altérés sous trois aspects différents :

A. Cylindraxe sous la forme d'un cordon sinueux, par suite de la résorption d'une partie de son trajet. On y voit la présence de granulations fortement colorées, entourées d'une auréole, tandis que la masse du cordon est homogène ou bien finement granuleuse.

B. Fragment du cylindraxe également sinueux, à la surface duquel sont disséminés de gros corpuscules colorés en noir foncé.

C. Cylindraxe sinueux gonflé sur une partie de son trajet, échancré sur d'autres, présentant des granulations plus fines.

transplanté dépendent de la durée de survie de l'animal chez lequel on a pratiqué la transplantation, de l'épaisseur du nerf et de l'espèce animale. Considérées en général, ces lésions ne sont pas comparables à celles de la dégénérescence wallérienne. Toutefois, j'ai pu constater, lorsqu'il s'agit de nerfs minces transplantés chez le chien, que beaucoup de fibres subissent des modifications

comparables à celles de la dégénérescence wallérienne. Tout d'abord, nous remarquons que le nerf, transplanté sur une espèce animale différente, ne présente pas les modifications d'axolyse avec les caractères que nous lui avons trouvés dans les cas de section nerveuse. Les cylindraxes ne se désagrègent pas et ne présentent pas la dégénérescence granuleuse que nous avons décrite plus haut. Ils gardent pendant assez longtemps leur aspect extérieur et ce n'est qu'au bout de dix à quinze jours qu'on peut voir un grand nombre de granulations

Fig. 2. — *Coupe longitudinale d'un fragment de cylindraxe d'un lapin transplanté chez le chien.* — On y voit trois cylindraxes d'aspect différent :

A. Cylindraxe ayant gardé sa continuité, mais présentant des renflements et des régions rétrécies sur son trajet. Toute sa surface est couverte de granulations noires.

A'. Les tuméfactions de la fibre sont plus considérables que dans le cylindraxe voisin; il est alternativement très tuméfié et atrophié.

A''. Cylindraxe fragmenté en différents morceaux. Ces fragments *fca*, *fca'* sont couverts de véritables corpuscules à contour double; leur centre est plus clair.

grossières, logées à la surface ou à l'intérieur, parfois même très volumineuses, entourées ou non d'une auréole (fig. 1 et 2). La fragmentation des cylindraxes, dans ce cas, est également tardive. Cette altération se propage du bout supérieur vers le bout inférieur. Il n'y a pas formation de cellules apotrophiques, ou bien il n'y en a qu'à l'extrémité supérieure, provenant sans doute du bout central du nerf sur le trajet duquel on a fait la transplantation. On a l'impression que, dans ces cas d'hétérotransplantation, le cylindraxe subit un processus de nécrose ; mais je ne pense pas qu'il y ait lieu de considérer cette nécrose d'un nerf hétéro-transplanté comme étant tout simplement un phénomène passif et de l'assimiler aux phénomènes d'axolyse qui ont lieu lorsqu'on place un morceau de nerf dans un liquide aseptique.

Dans le but d'apporter quelque lumière sur le

Fig. 3. — *Extrémité supérieure d'un fragment du nerf sciatique d'un chien prélevé une heure après la mort et transplanté sur le trajet du nerf sciatique d'un chien vivant, sacrifié dix-huit jours après cette opération.* — On y voit une colonie de cellules apotrophiques juxtaposées *c.c.a*, puis quelques autres cellules isolées *ca'*, *ca'* ; ensuite des macrophages M, M', et des cellules mononucléaires *m*, *m'*. Les fibres nerveuses ont complètement disparu.

mécanisme de l'homo et de l'hétéro-transplantation, nous avons pratiqué les expériences suivantes : Tout d'abord, on a pris sur le cadavre d'un chien, mort depuis une heure, un morceau de nerf sciatique qu'on a transplanté sur le trajet du même nerf chez l'animal vivant; celui-ci a été sacrifié dix-huit jours après cette opération. L'aspect du morceau transplanté n'est pas le même sur toute son étendue. A l'extrémité supérieure, on ne voit plus trace des

cylindraxes, mais à leur place on trouve des macrophages, des polynucléaires et des lymphocytes. Entre ces cellules émigrées, on voit des colonies de cellules apotrophiques, ou des cellules isolées, mais pas de jeunes axones (fig. 3). A un niveau un peu plus inférieur, on trouve, à la place du cylindraxe, de gros fragments irréguliers, couverts de granules et de granulations noires ou foncées, ou bien parfois creusés par les vacuoles. A mesure qu'on se rapproche de l'extrémité inférieure du bout transplanté, on ne constate plus cette fragmentation (fig. 4), résultant sans doute du morcellement du cylindraxe tuméfié, mais des cylindraxes continus à trajet plus ou moins irrégulier (fig. 5). On peut, par conséquent, assimiler les phénomènes biologiques qui se passent dans un nerf pris sur le cadavre et transplanté sur l'animal vivant aux altérations histologiques qui se passent dans un nerf hétéro-transplanté.

En résumé, le morceau de nerf est souvent invadé, dans les cas d'hétéro-transplantation, d'un grand nombre de leucocytes, polynucléaires, éosinophiles. Le liquide de Flemming fait voir dans ces polynucléaires des granulations noires. En ce qui concerne la myéline, un certain nombre de fibres peuvent offrir la fragmentation, tout comme dans la dégénérescence wallérienne ; dans d'autres, la myéline est incolore, ou bien il se dépose à sa surface un grand nombre de fines granulations teintées en noir par l'acide osmique ; le cylindraxe est, au commencement, d'aspect uniforme, ou légèrement granuleux, rigide, ou bien enroulé sur lui-même. Plus tard, on observe dans sa substance un grand nombre de granulations fines, colorées en noir par le liquide de Flemming. Plus tard encore, la méthode de Cajal nous fait voir de gros corpuscules fortement imprégnés, disséminés sur toute l'étendue du fragment de cylindraxe. Ce dernier ne présente pas le même degré de lésion, les uns étant plus altérés que les autres. En tout cas, la lésion débute toujours au niveau du bout supérieur du morceau transplanté et est en rapport avec l'ex-

Fig. 4. — *Même cas que la figure précédente.* — Trois cylindraxes *f.c.a*, *f.c.a'*, *f.c.a''* fragmentés, en état de nécrose et de vacuolisation. Les fragments sont couverts d'un grand nombre de granules et de granulations représentant probablement des produits de coagulation. Cette figure a été prise à un niveau inférieur à celui de la figure précédente.

Fig. 5. — *Même cas que celui des deux figures précédentes.* — Celle-ci a été prise à un niveau encore plus inférieur. Trois cylindraxes A', A'', A''', nécrosés, gardant cependant leur continuité ; il n'y a que le cylindraxe A' qui présente un commencement de fragmentation. Ces cylindraxes sont couverts de granules et de granulations de volume inégal et fortement colorées en noir.

trémité du bout supérieur du nerf autochtone. Le réseau de kératine des fibres du nerf transplanté, malgré sa résistance, paraît être détruit ; cependant, le fait qui importe dans ces transplantations, c'est l'absence de colonies cellulaires apotrophiques dérivant de la prolifération des cellules de la gaîne de Schwann avec formation consécutive des faisceaux et de colonies de cellules apotrophiques. Ce sont ces cellules qui assurent la régénérescence dans le cas de section, d'auto- et d'homo-transplantation des nerfs, car ce sont elles qui dirigent et qui nourrissent les fibres nerveuses nouvellement formées dans le bout central.

Comment expliquer les modifications si étranges que nous venons de décrire après les transplantations nerveuses? Je crois que, pour comprendre ces phénomènes, il faut faire appel aux recherches à tous égards si intéressantes de Bordet, d'Ehrlich et Morgenroth, de Metchnikoff, etc. Il en résulte que tout corps albuminoïde, ou ayant une constitution moléculaire qui se rapproche de celle des matières protéiques, est capable de provoquer la formation de substances spéciales, à la condition qu'il ne provienne pas de l'animal même qui sert à la fabrication de ces anticorps. C'est ainsi, et c'est le cas qui nous intéresse dans l'espèce, que les spermatozoïdes, les leucocytes et les épithéliums vibratiles, introduits sous la peau ou dans la cavité péritonéale d'animaux appartenant à une espèce étrangère, incitent le protoplasma à fabriquer des substances capables d'immobiliser, d'agglomérer ou de détruire ces cellules. On désigne ces substances sous le terme générique de cytotoxines.

Dans nos cas de transplantations nerveuses d'une espèce animale à une autre, l'organisme tâche de se défendre contre ces corps étrangers par des réactions cellulaires qui conduisent à la formation d'une neuro-toxine, laquelle empêche la formation des cellules apotrophiques, qui constituent la base de la régénération nerveuse. Aussi, le nerf transplanté meurt et finit par disparaître. Il y aurait cependant des objections à faire à cette manière de voir.

Par exemple, on pourrait soutenir que le nerf transplanté meurt parce qu'il ne se trouve plus dans des conditions favorables, parce qu'il est privé d'oxygène, étant donné que les connexions vasculaires des morceaux transplantés ont été interrompues et, par conséquent, l'apport d'oxygène supprimé. A cette objection, on peut répondre par le fait que, si la transplantation se fait à la même espèce, les connexions vasculaires sont également supprimées, et cependant le nerf vit et est capable de régénérescence. Il semble donc que l'hypothèse la plus probable est toujours celle qui fait intervenir la production d'une cytotoxine.

II

Je ne connais pas encore d'essais de transplantation de ganglions nerveux. Aussi, j'ai entrepris une série d'expériences avec mes préparateurs, MM. Goldstein et J. Minea, dans le but d'étudier le sort des cellules ganglionnaires transplantées sous la peau ou bien sur le trajet d'un nerf du même animal ou d'un autre de la même espèce. Les lésions cellulaires sont déjà visibles cinq heures après la transplantation du ganglion ; elles portent sur tous les éléments constitutifs du ganglion nerveux. Après ce laps de temps, on observe de la chromatolyse diffuse, et il persiste encore quelques corpuscules de Nissl dans le cytoplasma, mais ils sont réduits à des granulations irrégulières. La substance fondamentale de la cellule est colorée plus ou moins intensément. Quelques cellules présentent une chromatolyse périphérique. Dans la capsule du ganglion, comme autour des cellules nerveuses et dans le tissu interstitiel, on voit un certain nombre de cellules polynucléaires, et les cellules de la capsule ont leur noyau plus développé, de même que les cellules interstitielles. En dehors de la turgescence du noyau et de l'augmentation de la chromatine, on peut voir parfois la multiplication des cellules satellites. Dix heures après la transplantation, les lésions sont beaucoup plus avancées et les cellules nerveuses ont une coloration diffuse ; il n'y a plus de corpuscules de Nissl et le corps cellulaire offre une coloration violette dont l'intensité est très variable : parfois il est très pâle, son volume a diminué plus ou moins, et certaines cellules sont atrophiées et rétractées ; le noyau, tantôt central, tantôt légèrement déplacé, change également sa forme : le contour en est irrégulier et le contenu coloré ; il peut être également atrophié. Le nucléole ne se colore pas si intensément qu'à l'état normal ; il est plus pâle, surtout dans la partie centrale. Les cellules ganglionnaires sont inégalement altérées : certaines sont très pâles avec le noyau atrophié, tandis que d'autres présentent encore des corpuscules de Nissl. On trouve aussi, dans ce cas, la réaction et la multiplication des cellules satellites. A la périphérie des ganglions, il y a une affluence considérable de leucocytes polynucléaires, quelques-uns en voie de dégénérescence ; ceux-ci pénètrent dans le tissu interstitiel (nous les trouvons entre les cellules satellites) et même à l'intérieur de la cellule nerveuse ; il y a aussi formation de vaisseaux.

Si l'on emploie comme méthode de coloration le procédé de Romanowsky, on voit que le cytoplasma des cellules altérées se colore le plus souvent en rose, et celles qui le sont moins conservent encore une certaine quantité de substance chroma-

tophile colorée en violet ou en rouge violet. Donc, il y a changement de réaction ; les cellules périphériques ont mieux gardé leur structure.

Après quinze heures, il se produit encore une exagération des lésions cellulaires ; le corps de la cellule paraît plus diminué, les cellules satellites plus nombreuses et la pénétration des polynucléaires dans le cytoplasma nerveux plus abondante.

Les lésions s'accentuent encore après vingt-quatre heures (fig. 6) ; cependant, certaines cellules de la périphérie sont mieux conservées que leurs congénères des couches plus profondes. La plupart des cellules se trouvent en état d'achromatose relative ou même absolue. Les lésions du noyau et de la malléole marchent de pair avec celles du cytoplasma ; il y a coloration diffuse du côté du noyau, décoloration à peu près complète du nucléole et, d'autres fois, kariolyse. Le plus souvent, le noyau est atrophié, il a changé de forme, il est oblong, ovoïde, en forme de comète, etc. Parfois, très atrophié, il est à peine visible.

Fig. 6. — *Portion d'une coupe du ganglion plexiforme dans un cas d'auto-transplantation.* — Après vingt-quatre heures, on voit deux espèces de cellules : les unes en achromatose presque absolue (*ca*, *ca'*, *ca''*) ; les autres, en état de chromatolyse diffuse, sont colorées en bleu foncé (*c.c*, *c.c'*) ; deux d'entre ces dernières ont le noyau excentrique. Dans les cellules en achromatose, on voit des modifications profondes du noyau et du nucléole, qui sont atrophiés ; celui de la cellule *ca'* est réduit à une toute petite vésicule avec une granulation centrale (*n*). D'autre part, les noyaux ont changé de forme et présentent soit l'homogénéisation, soit la karyolyse (*c.s'*).

La méthode de Cajal nous montre qu'en dehors des lésions de la substance chromatophile et des changements de réaction du cytoplasma, il y a encore des altérations profondes du réseau cytoplasmique et des neurofibrilles. Au bout de vingt heures, par exemple, on constate dans certaines cellules la dégénérescence granuleuse des travées du réseau ; dans d'autres, elles sont épaissies, granuleuses et se colorent d'une façon plus foncée. Enfin, il y a encore des cellules qui ne possèdent plus la moindre trace de réseau ou de neurofibrilles.

Les fibres nerveuses à myéline intraganglionnaires présentent une dégénérescence consistant dans la formation de tuméfactions ou d'ampoules sur le trajet des cylindraxes.

Les neurofibrilles sont dégénérées. Les fibres sans myéline sont plus résistantes, ce qui cadre bien, ainsi que nous le verrons immédiatement, avec la résistance plus grande des cellules sympathiques à l'absence d'oxygène.

Le ganglion qui a séjourné trois jours sous la peau après sa transplantation offre des lésions encore plus profondes. La plupart des cellules sont presque invisibles par la méthode de Nissl, mais leur cytoplasma pâle se colore encore avec la méthode de Romanowsky. Le contour de la cellule est bien indiqué par la prolifération des cellules satellites, qui leur constituent une espèce de couronne. Parfois, la prolifération est abondante au niveau de l'axone ; il est presque impossible de distinguer le noyau de la plupart des cellules, tellement il est pâle et son contour mal délimité. Souvent, il est atrophié et réduit à une vésicule contenant quelques granulations mal colorées. A la surface de la cellule, ou à la périphérie, on voit souvent des polynucléaires, qui peuvent même pénétrer dans le cytoplasma. C'est après trois jours que les cellules commencent à disparaître, et cette disparition se fait de la profondeur vers la surface

A la place des cellules nerveuses disparues, on voit des îlots de cellules satellites, soit encore des cellules interstitielles proliférées et un nombre considérable de cellules émigrées. On trouve aussi des cellules à grillages, qui ne sont autre chose que les macrophages chargés d'enlever les débris de dégénérescence.

Les parois des vaisseaux de nouvelle formation sont entourées de toutes sortes de leucocytes. En outre, on distingue, entremêlés aux éléments cellulaires suscités ou formant des colonies indépendantes, des cellules fusiformes réunies en petits faisceaux dont le noyau oblong ou fusiforme est très riche en chromatine ; les deux prolongements qui sont aux deux pôles de la cellule sont plus ou moins longs, suivant le volume même de cette dernière. Parfois, il se dégage deux prolongements de l'un de ces pôles.

Il ne faut pas penser que toutes les cellules des ganglions transplantés seront vouées à une mort immédiate ; en effet, dans plusieurs cas, j'ai eu l'occasion de constater, aussi bien chez les animaux à température constante que chez les animaux à sang froid, la survivance d'un certain nombre de cellules constituant une espèce de bordure à la périphérie du ganglion transplanté. C'est ainsi que, dans un cas d'auto-transplantation du premier ganglion sacré sur le trajet de la racine du côté opposé, la méthode de Nissl m'a permis d'y voir une à deux rangées de cellules disposées en croissant et dont la plupart sont pourvues de substance chromatophile variant d'aspect d'une cellule à l'autre. Dans les cellules qui ont gardé leur forme normale, elle est disposée sous forme de bâtonnets, de corpuscules irréguliers, paraissant moins denses à la périphérie, tandis que la substance fondamentale est fortement colorée, surtout dans la région profonde de la cellule. Les petites cellules ou bien celles qui sont atrophiées contiennent de la substance chromatophile en état de dissolution ; aussi revêtent-elles l'aspect des cellules chromophiles.

La méthode de Cajal nous révèle, en outre, des détails encore plus intéressants : En effet, dans un cas de transplantation du ganglion plexiforme sur le trajet du nerf sciatique, l'animal étant sacrifié 23 jours après, nous avons vu que les cellules persistant à la périphérie ont non seulement gardé la structure du réseau achromatique, mais encore qu'il se détache de leur périphérie des expansions d'aspect anormal finissant par des massues considérables. Ces expansions, qui poussent à la périphérie cellulaire, se présentent sous la forme d'un champignon, d'un pied, d'un prolongement épais, ou bien même d'une expansion très fine terminée par un bouton. Dans la profondeur du ganglion, on ne trouve plus de traces des cellules nerveuses ; mais on y voit des colonies de cellules apotrophiques et de fibres de nouvelle formation : celles-ci proviennent sans doute du bout central du nerf sciatique sur le trajet duquel a été intercalé le ganglion. En outre, les fibres de nouvelle formation se dirigent vers les cellules nerveuses, qu'elles entourent sous forme de faisceaux en leur constituant un véritable plexus péricellulaire. Les cellules nerveuses restées plus ou moins intactes ne paraissent pas persister indéfiniment ; elles finissent aussi par disparaître.

Les éléments nerveux des ganglions transplantés ne peuvent résister à l'injure brutale de l'opération, étant donnée la suspension immédiate et complète de la circulation et spécialement l'absence de l'oxygène. Il est probable que les cellules qui persistent encore à la périphérie peuvent se nourrir quelque temps grâce à l'imbibition des sucs nutritifs du milieu où le ganglion a été transplanté. Lors de la pénétration des vaisseaux de nouvelle formation dans le ganglion, les cellules nerveuses sont déjà mortes, et la circulation sanguine rétablie irrigue seulement le tissu interstitiel et les fibres de nouvelle formation.

L'explication des modifications cellulaires que nous venons de décrire après la transplantation d'un ganglion nerveux sous la peau ou sur le trajet d'un nerf du même animal se trouve sans doute dans la suspension de la circulation artérielle. Il se passe quelque chose d'analogue dans la substance grise de la moelle sacro-lombaire après la ligature de l'aorte abdominale. Il ne faudrait pas, cependant, penser que la cause immédiate de ces lésions est due purement et simplement à l'absence complète de matériaux nutritifs dans le ganglion ; mais il faut faire intervenir aussi, dans la mort organique et fonctionnelle de la cellule nerveuse, le manque complet d'oxygène. En effet, comme je l'ai montré autrefois, la cellule nerveuse est par excellence un organisme aérobie ; l'absence instantanée de l'oxygène entraîne de graves désordres pour l'édifice de cet élément. D'autre part, les cellules satellites et les éléments interstitiels du ganglion transplanté, non seulement peuvent vivre, mais encore se multiplient et prospèrent. Donc, ils trouvent à l'intérieur de ce ganglion les matériaux nécessaires à leur nutrition. Ce qui prouve que vraiment les lésions profondes que subissent les cellules d'un ganglion transplanté sont dues à l'absence d'oxygène, c'est la même expérience pratiquée chez la grenouille, c'est-à-dire chez un animal à sang froid. Les recherches récentes de Baglioni ont montré que, chez les animaux à sang froid, la consommation d'oxygène est moins rapide. En effet, la transplantation d'un ganglion spinal de grenouille sous la peau d'une autre n'est pas suivie de

la mort rapide des cellules de ce ganglion. Non seulement les cellules peuvent figurer pendant plus de deux semaines, mais elles sont encore capables de réagir et même de se réparer, bien qu'incomplètement, ainsi que le montre la figure 7.

III

Nous avons vu précédemment que la cellule nerveuse gouverne la nutrition des fibres nerveuses auxquelles elle donne naissance et celle des tissus. Elle conduit les échanges nutritifs, qu'elle modère ou stimule suivant le cas; mais, que le matériel nutritif vienne du dehors, et le rôle du système nerveux se limite alors à régler l'emploi des matières nutritives; cette action trophique de la cellule nerveuse est sous la dépendance immédiate de son fonctionnement. Dans plusieurs travaux, j'ai montré le rôle considérable des excitations dans le fonctionnement et la nutrition des cellules nerveuses. Le neurone ne vit que grâce à son fonctionnement; un centre nerveux séparé de ceux qui lui envoient les excitations, ou bien de celui auquel il envoie à son tour des stimulations fonctionnelles, ne peut pas vivre indéfiniment : il s'atrophie. A cet égard, les lésions que l'on constate dans l'hémiplégie infantile du côté de la moelle et du cervelet sont très démonstratives. La corne antérieure de même que l'hémisphère du cervelet en rapport avec l'hémisphère cérébral atrophié ne suivent plus leur développement normal; leurs cellules s'atrophient et peuvent même disparaître. Toute perturbation prolongée dans la fonction d'un neurone retentit sur la nutrition et la fonction du neurone suivant.

Ramon y Cajal, à la suite de ses recherches sur la structure des ganglions spinaux et sympathiques et sur la régénérescence des nerfs périphériques, est arrivé à une opinion toute différente de la précédente.

Voici, en résumé, la théorie ingénieuse de Ramon y Cajal sur le mécanisme intime de la nutrition du neurone. Il est bien connu que la cellule nerveuse est accompagnée, dans les centres nerveux comme dans les ganglions périphériques, de cellules satellites disposées en couronne autour des neurones de la moelle et du cerveau, ou bien se concentrant à l'origine de l'axone. Dans les ganglions sympathiques et sensitifs, ces cellules siègent à l'intérieur de la capsule, préférant les régions où il y a des prolongements protoplasmiques, constituant ainsi une espèce de pléiade. Les cellules satellites remplissent les excavations des cellules fenêtrées; elles résolvent le glomérule initial des axones des cellules ganglionnaires.

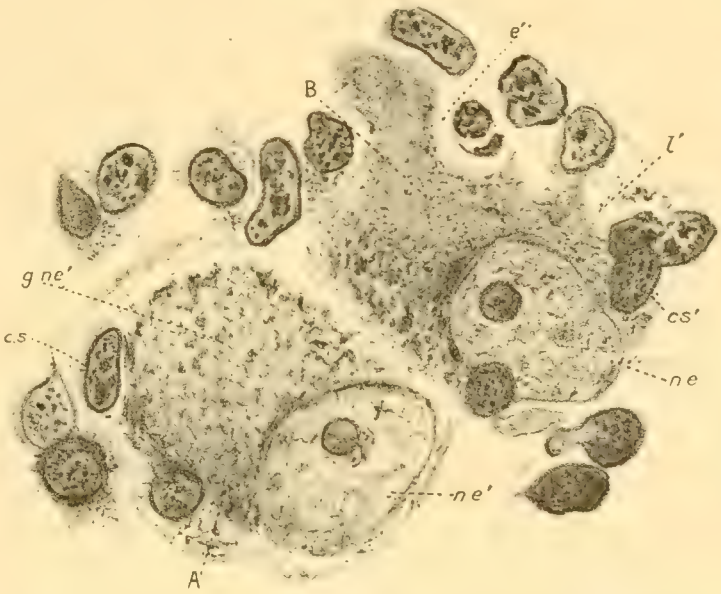


Fig. 7. — *Deux cellules du ganglion spinal d'une grenouille transplanté sous la peau d'une autre.* — Le ganglion a été enlevé dix-huit jours après l'opération :

La cellule A se présente avec les caractères du commencement de réparation : le noyau et le nucléole tuméfiés; à la périphérie, il y a une couronne mince de substance chromatophile et aussi dans le centre; à la périphérie de cette cellule, on voit aussi des cellules satellites.

Le noyau de la cellule B se présente dans les mêmes conditions que celui de la cellule A; seulement la périphérie, tout au moins en partie, est festonnée, excavée, excavations dans lesquelles logent des cellules satellites.

On peut considérer encore comme cellules satellites les petits éléments nucléés qui accostent les fibres de Rémack et les gaînes de Schwann des fibres médullaires. A l'état normal, il s'établit, entre ces cellules satellites et la cellule nerveuse, une espèce d'équilibre nutritif, maintenu par une substance sécrétée par le neurone. Cette association nutritive mutuelle est comparable aux symbioses des algues et des lichens. Lorsque les éléments nobles vieillissent, se fatiguent ou meurent, les cellules satellites augmentent de volume et se multiplient, parce que les matières inhibitrices ont diminué ou bien font défaut. Alors, elles élaborent des substances excitatrices de l'activité formative des prolongements des cellules nerveuses. Comme conséquence, les cellules des ganglions spinaux donnent naissance à des dendrites secondaires et à des ramifications multiples, comme cela se voit dans les ganglions spinaux des vieillards.

Lorsque le processus de destruction a lieu dans les nerfs périphériques, le cylindraxe meurt et se

résorbe ; mais les cellules de Schwann proliférées activent la nutrition des fibres nerveuses restées intactes, qui poussent et forment des axones jeunes. D'après Cajal, les cellules de Schwann rempliraient deux rôles successifs, dont le premier consiste dans la destruction de l'axone de la fibre morte, contribuant à sa résorption, et le second a pour but la création de sources chimiotactiques susceptibles d'attirer les fibres nouvelles. Cajal n'indique pas de quelle manière agissent les cellules satellites des centres nerveux, qui sont de nature névroglique, sur l'activité nutritive de la cellule nerveuse.

La conclusion de Cajal, c'est que le neurone représente une individualité physiologique parfaite seulement en ce qui concerne son activité spécifique, c'est-à-dire production d'énergie et propagation de l'impulsion nerveuse. Les autres phénomènes, particulièrement ceux d'ordre nutritif et négatif, tels que l'apparition, la forme et l'accroissement des prolongements, sont subordonnés à l'action des cellules satellites. Il me semble impossible d'accepter l'hypothèse de M. Cajal, qui dissocie l'activité spécifique ou la fonction de la cellule nerveuse de la nutrition de cet élément. Cajal attribue les phénomènes d'ordre nutritif de la cellule nerveuse à l'action directrice des cellules satellites. En effet, entre ces derniers phénomènes et l'activité spécifique de la cellule, il y a une relation intime. Le fonctionnement intensif de la cellule nerveuse réclame un apport plus considérable de matériaux nutritifs, lui permettant d'augmenter son volume ou bien de subir des modifications plastiques de ses différentes parties constitutives. La condition première de l'apparition des prolongements et des expansions nerveuses réside dans la cellule même. La prolifération des cellules satellites n'est pas suffisante pour l'émission des expansions nouvelles de la cellule nerveuse. Il faut, pour cela, que celle-ci soit en état de réagir d'une façon plastique à la suite des excitations externes ou internes. C'est là ce qui nous explique pourquoi, dans différents états pathologiques, comme chez les vieillards, la prolifération des cellules satellites ne s'accompagne pas toujours de la formation d'expansions nerveuses. Je ne veux pas nier par là que les cellules satellites ne puissent pas avoir d'influence excitante et formative sur le corps du neurone, mais je crois qu'il est nécessaire que ce dernier soit capable de répondre à ces excitations par des phénomènes d'organisation plastique ; or, lorsque cette propriété est épuisée, comme cela a lieu dans les atrophies, on peut constater de véritables nodules de cellules satellites, pendant que la périphérie de la cellule nerveuse est complètement dépourvue d'expansions.

Dr G. Marinesco.
Professeur à la Faculté de Médecine de Bucarest.

LES BASES DE LA CRISTALLOGRAPHIE ET LES THÉORIES SUR LA STRUCTURE DES CRISTAUX

M. Wyrouboff a montré dernièrement[1] aux lecteurs de la *Revue* quel est l'état actuel de cette sorte de métaphysique panachée de mysticisme que l'on tente aujourd'hui de substituer à l'une des plus précises et des plus claires parmi les sciences physiques, la Cristallographie. Je crains que la réputation médiocre dont jouit cette science auprès du public non spécialiste n'en ait pas été améliorée, et je voudrais, en laissant de côté une polémique de détail[2], qui ne saurait intéresser les lecteurs, essayer de leur faire comprendre combien, pour tirer de la Cristallographie tout ce qu'elle peut donner légitimement, il est inutile de sortir du domaine des sciences positives, de parler avec dédain des « lois empiriques », de prétendre substituer aux faits d'expérience et d'observation de vagues raisonnements *a priori* dépourvus de base expérimentale et dont l'inexactitude, une fois signalée, saute aux yeux. Je voudrais montrer qu'en restant sur le terrain solide des faits, sans rêveries et sans habiles détours de langage, on peut bâtir une théorie de la structure des milieux cristallisés.

[1] *Revue générale des Sciences* du 30 décembre 1906.

[2] Il me sera permis de dire, cependant, que les opinions que M. Wyrouboff me prête dans son dernier chapitre ne sont pas les miennes. Jamais je n'ai dit que *les théories de la structure* fussent illusoires et stériles : on verra plus loin ce qu'il en est.

De même pour les axes ternaires irrationnels : dans le haut de la page 1059, M. Wyrouboff en fait des « exercices géométriques sans portée cristallographique » : en note, il reconnaît que l'on peut en déduire que les cristaux ont la structure réticulaire, ce qui n'est pas déjà si mal pour un exercice sans portée. Mais cette conclusion, qu'il attribue à Hecht et qui, dit-il, est « exactement contraire » à celle de M. Friedel, c'est la mienne tout simplement, un peu accentuée seulement dans le sens de l'affirmation.

I. — Définition du milieu cristallisé et du cristal.

Qu'est-ce, d'abord, qu'un milieu cristallisé?

La réponse aujourd'hui classique, malheureusement due à Mallard, mais adoptée, sauf quelques variantes de détail, par les cristallographes contemporains, est celle-ci : Le milieu cristallisé est un milieu *anisotrope* et *homogène*. Anisotrope, c'est-à-dire qu'il n'a pas les mêmes propriétés vectorielles dans toutes les directions. Homogène, c'est-à-dire que toutes ses propriétés, scalaires ou vectorielles, sont les mêmes pour tous les points que nous pouvons discerner dans la masse, ou tout au moins dans une certaine étendue de cette masse : Rien ne nous permet de distinguer, dans cette étendue, une portion d'une autre, si petites soient-elles.

Voilà assurément une définition faite pour étonner le profane dépourvu de toute idée préconçue. Montrez-lui un groupe de quartz ou de spath, il commencera toujours par remarquer les faces planes et brillantes, les arêtes rectilignes, et s'informera si « c'est taillé ». Ayant appris que « c'est naturel » et que cela se trouve ainsi, ayant vu ensuite un cristal de spath ou une lame de mica se diviser indéfiniment suivant des faces toujours lisses, planes et parallèles, il s'émerveillera de ces propriétés si remarquables. Et il classera ainsi les faits dans son esprit : Un cristal, c'est quelque chose qui pousse naturellement avec des faces planes et qui a souvent des clivages plans. Eh bien, ici le profane a mille fois raison contre les savants.

Distinguons d'abord deux choses : l'*état cristallisé* et le *cristal*. En quoi l'état cristallisé se sépare-t-il de l'état amorphe? Est-ce par l'anisotropie?

Mais rien de plus fréquent que l'anisotropie dans des corps que personne ne nous demande d'appeler cristallins. Une lame de gélatine, un grain d'amidon, une fibre végétale, un poil animal, un fragment de de verre trempé ou comprimé sont biréfringents, donc anisotropes.

Est-ce par l'homogénéité?

Mais l'homogénéité ne saurait être caractéristique d'un *état* de la matière. Si hétérogène que soit un verre trempé, il suffit d'en isoler par la pensée une portion assez petite pour que rien ne nous permette plus d'y distinguer deux points pour lesquels l'ellipsoïde optique (par exemple) soit différent. Cette portion, amorphe, sera aussi anisotrope et aussi homogène que n'importe quelle substance cristallisée. Inversement, la matière cristalline peut, sans cesser pour cela d'être cristalline, être très hétérogène. L'homogénéité n'est donc pas plus que l'anisotropie un caractère spécifique de l'état cristallisé.

Il est bien vrai que la matière cristallisée est *toujours* anisotrope; mais la matière amorphe l'est souvent aussi. Il est bien vrai que la matière cristallisée se présente souvent à nous sous forme de fragments sensiblement homogènes et qu'elle a une tendance remarquable à cette homogénéité; mais il y a également des fragments de matière amorphe qui sont tout aussi homogènes, même quand ils sont anisotropes.

Il est donc juste de dire que la matière cristallisée est toujours anisotrope, tandis que la matière amorphe l'est plus rarement; que la matière cristallisée est plus fréquemment et remarquablement homogène sur une assez grande étendue, et qu'il en est de même pour la matière amorphe isotrope, tandis que la matière amorphe anisotrope ne l'est généralement que sur une étendue restreinte. Mais, dans tout cela, il n'y a que des questions de plus ou de moins. Aucune limite nette entre l'état cristallin et l'état amorphe ne peut être tirée de là.

Toutefois, cette tendance de la matière cristallisée à l'homogénéité est un fait remarquable dont toute théorie devra tenir compte. Comme dans les autres branches de la Physique, il y aura intérêt, pour rendre abordable l'étude de la matière cristallisée, à prendre celle-ci sous la forme homogène, plus simple. C'est pourquoi nous conviendrons de donner un nom spécial, celui de *cristal*, à toute portion homogène de matière cristallisée.

Mais cela ne nous dit pas encore ce que c'est que de la matière cristallisée.

Mallard (et non Bravais, comme le dit M. Wyrouboff) a cru pouvoir, de l'anisotropie et de l'homogénéité seules, déduire logiquement une théorie de la structure du cristal, et de cette théorie elle-même déduire l'existence nécessaire des faces planes, des clivages et de la loi qui régit leurs directions. C'est pourquoi ces propriétés ont été rayées de la définition du cristal comme étant incluses implicitement dans les deux autres. Il est aisé de montrer, par l'analyse de ces raisonnements, qu'ils sont illusoires et font appel, dans leurs prémisses, à leur conclusion. Mais cela même n'est pas nécessaire.

Admettons les raisonnements de Mallard. Admettons que toute substance anisotrope et homogène a la structure d'un cristal, et tout ce qui s'ensuit comme faces, clivages, etc... En vertu de quoi refuse-t-on alors cette structure à une petite portion anisotrope et homogène d'un cheveu, d'un verre trempé, d'une lame de gélatine? Pourquoi s'obstine-t-on à séparer ces objets des cristaux? M. Wallerant a répondu : C'est qu'ils ne sont anisotropes que grâce à des « actions extérieures ». Mais d'abord cela n'est nullement vrai pour tous les cas. Et puis, quand cela le serait, on ne voit intervenir nulle part, dans les raisonnements de Mallard, le fait que

l'anisotropie ne soit pas due à des « actions extérieures ». Mallard prend l'anisotropie telle quelle, sans du tout en faire intervenir la cause. Et il nous démontre bel et bien, ou croit nous démontrer, que toutes ces matières amorphes anisotropes doivent, aussi bien que les cristaux, avoir la structure réticulaire. Pourquoi donc lui-même, et tout le monde avec lui, se refuse-t-il à cette conclusion?

La réponse est bien simple. C'est celle de notre profane: Ces portions de matières amorphes, bien qu'anisotropes et homogènes, ne sont pas des cristaux *parce qu'elles n'ont pas de faces planes, pas d'arêtes rectilignes, pas de clivages.* La matière cristallisée n'est, en effet, caractérisée d'une manière nette que par cela, qui est un fait d'observation indépendant de tout autre, primordial.

Expliquons ce mot de *faces planes.* Car j'ai eu cette surprise de voir un cristallographe m'objecter que les faces planes sont un phénomène tout extérieur, qui n'atteindrait pas la « structure intime » de la matière, et opposer à ma manière de voir, qui serait toute de surface, celle des esprits profonds qui, eux, pénètrent dans l'intimité des molécules sans dire par quel chemin.

Un cristal, c'est-à-dire un fragment de matière cristalline homogène, est, non pas toujours mais souvent, limité naturellement par des faces à peu près planes. Quand nous le voyons croître, nous voyons la face se déplacer parallèlement à elle-même, à peu près si elle n'est qu'à peu près plane, très exactement si elle est très exactement plane. Il a aussi, non pas toujours mais souvent, des clivages, c'est-à-dire des directions de plans parallèlement auxquelles la cohésion est maximum et que la cassure suit de préférence, quelque petit que soit le fragment brisé. Il a encore, non pas toujours mais souvent, des plans de glissement et de macle parallèlement auxquels on peut produire certains déplacements remarquables. S'il n'a aucune de ces propriétés, *rien* ne permet de le distinguer de la matière amorphe.

Or, un de ces plans n'a jamais une position absolue déterminée. Tous les plans qui lui sont parallèles, pour autant que nous puissions les distinguer les uns des autres, jouissent exactement des mêmes propriétés. C'est la *loi de la constance des angles*, ou loi de Romé de l'Isle, expression de l'homogénéité en ce qui concerne le phénomène particulier révélé par ces plans.

Tous ces plans, quand bien même c'est par le phénomène de la limitation extérieure des formes qu'ils se manifestent, révèlent donc une série de propriétés de la matière cristalline qui ne sont pas particulières du tout à sa surface, qui ne peuvent à aucun titre être écartées, avec dédain, comme superficielles, géométriques, ayant trait à la seule forme, mais qui sont au premier chef des propriétés « intimes », appartenant à toute portion intérieure du cristal, si petite que nous puissions l'observer.

Cette propriété, caractéristique de la matière cristallisée, peut d'une manière plus générale être exprimée ainsi : *La matière cristallisée a des propriétés vectorielles discontinues.* Elle a, en tous ses points, des directions de plans et de droites qui jouissent de certaines propriétés dont les directions voisines ne jouissent à aucun degré voisin.

La matière amorphe, au contraire, n'a que des propriétés vectorielles *continues.* Si elle est anisotrope, chacune de ses directions de plans et de droites a toutes ses propriétés infiniment voisines de celles qui appartiennent aux directions infiniment voisines.

La matière cristallisée a aussi des propriétés vectorielles continues. Telles sont ses propriétés optiques, par exemple. Par ces propriétés-là, *elle ne diffère pas de la matière amorphe.* Chose vraiment incroyable, ce sont celles-là que l'on voudrait nous faire considérer comme des propriétés plus « intimes » que les autres, et révélatrices de la structure, alors qu'elles ne sont même pas caractéristiques de l'état cristallin. Un cristal cubique, optiquement isotrope, ne diffère en rien, au point de vue optique, d'un morceau de verre. Un cristal biréfringent, uniaxe ou biaxe, ne diffère pas davantage, à ce point de vue, d'une portion homogène de verre comprimé. Ce que l'on appelle improprement l'optique cristallographique, c'est l'étude de propriétés qui ne sont pas spéciales aux cristaux ; ce n'est pas l'optique cristallographique, c'est l'optique de la matière anisotrope, cristalline ou non.

Ainsi l'erreur de M. Wyrouboff est grande quand il dit : « Ne considérons plus le cristal comme une combinaison de plans, mais comme un corps qui, même en l'absence de faces, possède des propriétés très variées et très caractéristiques ». Car, si personne ne demande à considérer « un cristal comme une combinaison de plans », du moins l'existence de « faces », c'est-à-dire de propriétés vectorielles discontinues, est-elle parmi les propriétés du cristal la seule qui soit vraiment caractéristique.

Nous voilà parvenus à un premier résultat fondamental : la matière amorphe n'a que des propriétés vectorielles continues. La matière cristallisée est celle qui a des propriétés vectorielles discontinues. Et nous appellerons cristal une portion homogène de matière cristallisée.

Remarque : Les propriétés vectorielles discontinues impliquent l'anisotropie. Dire que la matière cristallisée a des propriétés discontinues, c'est dire qu'elle est toujours anisotrope par ces propriétés. Ce qui ne l'empêche pas, bien entendu, de pouvoir

être isotrope pour ses propriétés continues, par exemple pour ses propriétés optiques.

II. — Cristaux mous et « cristaux liquides ».

Arrêtons-nous un instant à ce résultat. Si la matière cristallisée est douée de propriétés vectorielles discontinues, m'a-t-on objecté, que faites-vous des « cristaux liquides » de M. Lehmann, qui n'en ont point? M. Lehmann a fait connaître[1] deux choses différentes, entre lesquelles il cherche en vain à établir une continuité :

En premier lieu, des cristaux mous, pourvus de propriétés discontinues, qui possèdent indubitablement l'état cristallin. Formés dans des conditions convenables, ils sont aussi homogènes que n'importe quel cristal. Ce sont de véritables cristaux. Ils ne diffèrent des cristaux habituels que par une plasticité extrême, dépassant encore celle des cristaux mous anciennement connus, tels que ceux du plomb métallique ou du sulfure d'argent. Cette plasticité, qui les rapproche de l'état liquide, n'a rien de nouveau en elle-même. Elle existe à des degrés divers dans tous les solides; il y a tous les degrés entre l'état solide et l'état liquide. Mais la fluidité n'avait jamais été observée à un tel degré dans les cristaux; et elle rend possibles des phénomènes de déformation, de réunion de cristaux, etc., qui seront fort intéressants à connaître en détail. Pour le moment, on n'a donné à leur sujet aucune observation sérieuse accompagnée de mesures exactes, mais seulement de ces affirmations tendancieuses où l'explication théorique précède et influence le fait. Tout est à faire. Mais enfin ce qui sera fait sera de la cristallographie.

Tout autre est le cas des « cristaux liquides » proprement dits de M. Lehmann. Ce sont des liquides totalement dépourvus de propriétés vectorielles discontinues, toujours très hétérogènes quant à leurs propriétés vectorielles, et qui n'ont de commun avec les cristaux que l'anisotropie. Par tous les détails de leurs propriétés, ils semblent bien constituer une très curieuse forme nouvelle de la matière. Les études de Schenck laissent peu de doute à ce sujet. Mais, au sens où nous avons défini le cristal, ce ne sont pas des cristaux, car ils ne sont jamais homogènes; ce n'est pas de la matière cristallisée, car ils n'ont point de propriétés vectorielles discontinues. C'est de la matière anisotrope, voilà tout. Les appeler ou non cristaux est une pure affaire de mots. Ceux qui voudront, avec M. Lehmann, leur appliquer ce nom, seront toujours obligés de distinguer, au moins, deux sortes de cristaux extrêmement différents : ceux qui ont des propriétés discontinues et ceux qui n'en ont pas. En vertu de quoi, alors, ils pourront refuser d'appeler cristaux tous les corps amorphes anisotropes, c'est ce que l'on ne voit plus.

Infiniment plus claire me paraît la solution qui consiste à réserver le nom de cristaux à ce que l'on a toujours, explicitement ou implicitement, désigné sous ce nom. L'expression de « liquides anisotropes » désigne de la manière la plus satisfaisante les liquides de M. Lehmann. Il n'y a rien en eux qui puisse modifier nos idées sur ce que nous appelons ici la matière cristallisée, c'est-à-dire expressément celle qui a des propriétés vectorielles discontinues, et non une autre.

III. — La loi d'Haüy.

Revenons au cristal. Les directions des plans et droites qui se révèlent par les propriétés discontinues sont liées entre elles par une loi qui est due à Haüy. C'est la *loi des troncatures rationnelles simples*, second fait fondamental de la Cristallographie, dont l'expression la plus simple est :

Les directions des plans et droites que mettent en évidence les propriétés discontinues sont celles de plans réticulaires simples et de rangées simples d'un certain réseau de parallélépipèdes contigus.

Quatre de ces plans, arbitrairement choisis, suffisent à déterminer la forme de ce réseau : et alors tous les autres en sont aussi des plans réticulaires simples. Un plan réticulaire, c'est un plan qui contient, répartis aux sommets d'un réseau de parallélogrammes, une infinité de sommets du réseau de parallélépipèdes supposé indéfiniment prolongé; il suffit pour cela qu'il en contienne trois. Une rangée, c'est une droite qui passe par une infinité de ces sommets équidistants; il suffit pour cela qu'elle passe par deux d'entre eux. Un plan réticulaire *simple*, c'est un plan réticulaire qui, pour une aire donnée, contient beaucoup de sommets. Une rangée *simple*, c'est une rangée sur laquelle l'équidistance des sommets (paramètre de la rangée) est serrée.

Cette loi est purement une loi d'observation. Le réseau que nous utilisons pour l'exprimer n'a, en aucune façon, le caractère d'une hypothèse ou d'une théorie physique. C'est un intermédiaire géométrique commode, abrégeant le langage, rien de plus. Nous verrons tout à l'heure s'il est possible, et à quelle condition, d'en faire une théorie physique de la structure du cristal.

Mais, dès maintenant, quelle tentation ! S'il nous était possible de nous autoriser de quelque autre chose pour installer dans le cristal une répartition de la matière qui s'exprimât par un réseau de parallélépipèdes; si nous pouvions ensuite, par un

[1] Voir Gaubert : Cristaux liquides et liquides cristallins, dans la *Revue générale des Sciences* du 30 novembre 1905.

raisonnement quelconque, entrevoir qu'un tel milieu devrait avoir des propriétés vectorielles discontinues, et précisément suivant les plans réticulaires de ce réseau ; alors la loi d'Haüy ne serait plus une « loi empirique», elle « s'éléverait » au rang de loi rationnelle, nécessaire. Telle a été l'illusion de Mallard. Il a cru pouvoir démontrer que la matière homogène et anisotrope *doit* être composée de molécules réparties aux sommets d'un réseau de parallélépipèdes ; il a cru ensuite pouvoir démontrer qu'un tel milieu *doit* avoir des faces planes parallèles aux plans réticulaires de ce réseau. Pourquoi une telle démonstration est impossible, nous l'avons déjà vu. Et, de fait, le raisonnement de Mallard contient dans ses prémisses l'existence de faces planes et la loi des troncatures rationnelles auxquelles il prétend arriver dans sa conclusion. La vérité est que, par aucun moyen, la structure réticulaire ne peut être déduite de la seule homogénéité.

Haüy avait antérieurement tenté un bond moins audacieux, mais non moins faux dans son principe. Prenant le cristal tel que nous l'avons défini, comme un objet homogène pourvu de faces planes (propriétés discontinues), il a cru pouvoir de cette seule propriété déduire logiquement la nécessité de la loi des troncatures rationnelles. L'illusion était de moindre envergure ; elle était aussi plus naturelle au XVIIIe siècle. On sait comment, choisissant pour son exposé, parmi les propriétés discontinues, celle du clivage, Haüy divise le cristal en petits éléments polyédriques (molécules intégrantes) et arrive ainsi à lui attribuer une structure qui ne diffère pas essentiellement de celle qu'ont imaginée Delafosse, Bravais et Mallard. Ce raisonnement est dépourvu de toute valeur.

Ce n'est pas parce qu'il se base, comme on l'a reproché souvent à Haüy, sur une propriété telle que le clivage, qui manque parfois. Car en réalité le raisonnement d'Haüy n'est pas du tout basé sur le clivage. Si l'on veut bien ne pas s'en tenir aux mots et regarder le fond des choses, le raisonnement d'Haüy s'applique également bien en partant de trois faces de la forme extérieure, ou de trois plans manifestés par des propriétés vectorielles discontinues quelconques. Ce n'est pas non plus, autre reproche plus superficiel encore, parce que le résultat d'Haüy supposerait la continuité de la matière. Haüy lui-même a spécifié qu'il n'en est rien, et en effet son raisonnement, pas plus que celui de Mallard, n'impliquent quoi que ce soit sur la continuité ou la discontinuité de la matière. Le seul défaut du raisonnement d'Haüy est tout autre : C'est que ce raisonnement, comme celui de Mallard, est une pétition de principe. C'est que trois clivages par exemple ne divisent nullement le cristal en petits éléments identiques dont les longueurs des arêtes soient déterminées, mais en parallélépipèdes d'angles déterminés et *dont les arêtes ont des dimensions relatives quelconques.* C'est que, par suite, quand on attribue à ces petits fragments des dimensions identiques et à leurs arêtes des longueurs relatives déterminées, et quand aussi on convient ensuite de les ranger par décroissements entiers simples, on introduit implicitement à la base du raisonnement toute autre chose que la propriété du clivage : et cette autre chose, c'est la loi des troncatures rationnelles tout entière, car seule elle détermine les longueurs relatives des arêtes de la molécule intégrante et les lois des troncatures.

Ainsi fait Mallard lorsque, partant de la seule homogénéité, il conclut que ses « points analogues » sont équidistants. L'homogénéité telle que nous l'observons n'exige nullement cette répartition, qui n'est introduite en réalité que pour parvenir ensuite à la loi des troncatures rationnelles.

Toutes les tentatives faites pour extraire logiquement, de toute autre propriété de la matière cristalline, soit la loi des troncatures rationnelles seule, soit, avec elle, l'existence même des faces planes révélant les propriétés discontinues, sont donc restées vaines. Et il ne pouvait en être autrement. Basées sur l'illusion cartésienne du raisonnement créateur en matière de sciences physiques, ces tentatives sont, en effet, fausses dans leur principe même. M. Wyrouboff nous invite à admirer Haüy pour avoir négligé même d'exprimer sa loi d'observation et lui avoir substitué une « théorie rationnelle », c'est-à-dire un prétendu raisonnement qui n'est qu'un trompe-l'œil. Il nous sera permis, au contraire, de ne voir là qu'une faiblesse, que, d'ailleurs, on oublie volontiers en regard de l'immense service rendu à la science par la découverte de la loi.

Ce ne sont pas des raisonnements fallacieux qui sont à la base de la Cristallographie. Ce sont des faits d'expérience. De ces faits, nous avons jusqu'ici reconnu deux, indépendants de tout autre et que rien ne peut permettre de prévoir logiquement :

1° L'existence, dans toute matière cristallisée, de propriétés vectorielles discontinues, révélées par des directions de plans et de droites qui ont des propriétés particulières ;

2° La loi qui régit les directions de ces plans et droites dans une masse cristalline homogène, dans un cristal : c'est-à-dire la loi d'Haüy. Elle implique, bien entendu, la première. Mais l'inverse n'est pas nécessairement vrai. On pourrait parfaitement imaginer des milieux homogènes et pourvus de propriétés discontinues, dans lesquels ces propriétés ne suivraient pas la loi d'Haüy. Tant il est

vrai que cette loi est un pur fait d'observation, que rien ne peut faire prévoir rationnellement.

IV. — La théorie réticulaire, ou théorie de la périodicité du milieu cristallin.

Ces deux faits nous conduisent déjà à entrevoir comme possible une théorie de la structure des cristaux, théorie destinée à grouper les faits d'expérience, comme toute théorie physique, et non rêverie métaphysique *a priori*. Nous pouvons imaginer avec Haüy, Delafosse, Bravais et Mallard, dont les vues ne se distinguent sur ce point que par des différences tout à fait superficielles, que le cristal, qui nous semble homogène, ne l'est pas en réalité dans ses derniers éléments, mais qu'il a une structure *périodique*, ou si l'on veut *réticulaire*. Étant homogène pour nos observations, il contient par suite un grand nombre de points, assez rapprochés pour que nous ne puissions les distinguer entre eux, et qui ne se différencient en rien les uns des autres par leurs propriétés constatables. Ces *points analogues* (Mallard), nous imaginerons qu'ils ne sont pas infiniment voisins, mais répartis aux sommets d'un réseau de parallélépipèdes contigus, semblable à celui que la loi d'Haüy nous a conduits à considérer. Tous les points *analogues* d'un point donné A de la masse sont ainsi supposés répartis aux sommets d'un réseau de parallélépipèdes dont ce point initial A est un des sommets. Pour avoir tous les points analogues d'un autre point B, il suffit de faire glisser le même réseau de A en B. Ce réseau, c'est la *période* du milieu cristallin. Chacune de ses mailles, que l'on n'est d'ailleurs nullement obligé de limiter par des plans, contient un et un seul des points non analogues qui existent dans le milieu.

Comme dans toute chose périodique, nous aurons à distinguer dans un milieu ainsi construit deux éléments : 1° les dimensions de sa période, c'est-à-dire ici la *forme de la maille*; 2° le contenu de sa période, le remplissage de la maille. C'est ce que j'appelle le *motif cristallin*, parce que c'est l'élément qui se répète périodiquement comme le motif d'un papier de tenture. S'il nous plaît d'imaginer, comme éléments matériels du cristal, des molécules, ce motif comprendra en même temps et ces molécules et le vide qui sera censé les entourer. C'est le contenu complet de la maille.

Cela étant, nous imaginons que le réseau que la loi d'Haüy nous a conduits à considérer est précisément celui qui exprime la répartition des points analogues, la périodicité du milieu. Les plans réticulaires et les rangées de ce réseau, nous imaginons que ce sont les plans et droites qui se révèlent par les propriétés discontinues. Dire que cela peut *se démontrer* n'aurait aucun sens. C'est une image physique que nous inventons pour exprimer la loi d'Haüy, comme on a inventé la molécule chimique pour exprimer la loi des proportions multiples simples, rien de plus.

Maintenant, est-il vrai que cette image, cette théorie, n'exprime réellement que la loi d'Haüy? Si cela était, elle n'aurait pour le physicien pas plus de valeur que cette loi elle-même. Toute conséquence de la théorie serait aussi bien une conséquence directe de la loi. Le progrès serait illusoire.

Supposez, au contraire, que cette théorie implique une ou plusieurs autres lois complètement indépendantes de la loi d'Haüy, et que l'observation confirme. Nous n'irons pas alors jusqu'à conclure pour cela, avec M. Wyrouboff : donc la théorie est *vraie*, donc les cristaux *ont* la structure réticulaire. Pas davantage nous ne nous laisserons détourner de cette recherche par le même auteur lorsqu'il la qualifiera d'exercice géométrique sans portée cristallographique. Mais nous conclurons : l'aspect de la théorie en est tout changé, et sa valeur grandement accrue. De théorie indifférente, équivalente à une seule loi, elle devient théorie utile, établissant un lien entre deux catégories de faits que l'observation seule et la pure logique laisseraient indépendants. Nous n'aurons pas cette naïveté de croire que, par elle, nous connaissons pleinement et définitivement la réalité, mais du moins nous apparaîtra-t-elle comme le reflet de quelque réalité; du moins aussi saurons-nous exactement, pour le jour où des faits nouveaux rendront une autre théorie nécessaire, à quelles conditions précises cette théorie nouvelle devra répondre pour pouvoir être substituée à l'ancienne sans que rien des faits acquis se perde en chemin.

Eh bien, c'est là vraiment ce qui a lieu. Il y a une loi d'observation, totalement indépendante de la loi d'Haüy, et qui est aussi nécessairement que celle-ci à la base de la théorie réticulaire de la structure. C'est la suivante : Dans l'expression de la loi d'Haüy, les paramètres de deux arêtes symétriques par rapport à un élément de symétrie du cristal, c'est-à-dire de deux arêtes physiquement identiques, sont toujours en rapport rationnel, et par suite peuvent toujours être pris égaux.

Ce qui peut se dire encore : *Il est toujours possible de choisir le réseau de façon qu'il ait au minimum la symétrie du milieu cristallin.*

Expliquons ceci : De la loi d'Haüy toute seule, on déduit aisément que les propriétés discontinues des cristaux ne peuvent avoir que des axes de symétrie en nombre fini et d'ordres 2, 3, 4 et 6. Et que, par suite, les cristaux eux-mêmes ne peuvent avoir que l'une des symétries des objets quelconques astreints à cette seule condition de n'avoir

que de tels axes. Il y a trente-deux de ces types de symétrie. L'existence des trente-deux types de symétrie des cristaux est donc un résultat immédiat de la loi d'Haüy, et non d'une théorie quelconque de la structure.

On démontre, d'autre part, toujours en partant de la seule loi d'Haüy, que deux arêtes symétriques par rapport à un axe d'ordre 2, 4 ou 6 ont nécessairement des paramètres en rapports rationnels. Rien n'empêche donc de les prendre égaux. On peut toujours, pour exprimer la loi d'Haüy, s'il n'y a que des axes d'ordre pair, employer un réseau qui ait au minimum la symétrie du milieu cristallin.

Mais, par contre, s'il existe dans le milieu un axe ternaire, la loi d'Haüy n'exige plus que ce choix soit possible. Elle permet l'existence d'axes ternaires dits *irrationnels*, qui sont tels qu'aucun réseau ne peut les avoir pour axes ternaires. Rien dans la loi d'Haüy, rien dans aucun autre fait connu ne s'oppose à l'existence de tels axes. Rien de plus aisé que d'imaginer un cristal qui en serait pourvu. Mais, s'ils existaient, il y aurait des cas où l'on ne pourrait attribuer au réseau qu'une symétrie inférieure à celle des propriétés constatées du cristal. Il serait donc impossible d'attribuer au réseau une matérialité, d'en faire l'expression de la périodicité du milieu en donnant aux paramètres des dimensions finies[1]. La théorie réticulaire serait inadmissible.

Or, d'après les faits, la non-existence de cristaux pourvus de tels axes, bien qu'elle ne soit qu'un fait négatif, est frappante et remarquable. Il est à peu près certain que l'on peut poser, à titre de loi d'observation que rien ne saurait faire prévoir : les axes ternaires irrationnels n'existent pas. Cela revient à dire : on peut toujours choisir le réseau, avec paramètres finis, de façon qu'il ait au minimum la symétrie constatée dans les propriétés quelconques du cristal. Ou encore : *on peut faire du paramètre une grandeur physique finie propre à chaque arête.*

Tel est le fait d'observation qu'implique la théorie réticulaire. Cette théorie groupe et résume ainsi en elle trois lois d'observation applicables aux cristaux, et trois seulement[2], qui sont les lois fondamentales de la Cristallographie. Ce sont :

1re *loi fondamentale :* Existence des faces planes (plus généralement, existence des propriétés vectorielles discontinues dans la matière cristalline);

2e *loi fondamentale :* Loi d'Haüy ou des troncatures rationnelles simples;

3e *loi fondamentale :* Loi de rationnalité des paramètres symétriques.

Telle est la base expérimentale solide de la théorie réticulaire. Je ne puis voir en quoi soustraire cette théorie à l'appui suspect de faux raisonnements équivaudrait à la considérer comme « illusoire et stérile ». Bien au contraire, en mettant à leur place les faits expérimentaux qu'elle est destinée à réunir, je prétends montrer qu'elle est autre chose qu'une vaine spéculation de philosophes, et je crois ainsi augmenter sa valeur.

J'ajouterai encore que la loi d'Haüy, sous la forme que je lui ai donnée ci-dessus et qui est, aux expressions près, celle dont on se contente habituellement, laisse le réseau assez indéterminé, comme le ferait par exemple pour la molécule, en Chimie, la seule loi des proportions multiples simples; mais qu'il existe une forme de cette loi plus précise, vérifiée sinon toujours, du moins dans un très grand nombre de cas très frappants, et qui fixe alors sans ambiguïté la forme et le mode du réseau. Elle consiste simplement en ceci que non seulement les plans mis en évidence par les propriétés discontinues sont *parmi* les plans à grande densité réticulaire de tous les réseaux que l'on peut choisir, mais qu'ils sont d'autant plus importants que leur densité réticulaire est plus grande *dans un certain réseau.* C'est la loi de Bravais.

Par une singulière aberration, beaucoup de cristallographes se refusent à constater cette loi et ne consentent à insister complaisamment que sur les quelques exceptions qu'elle comporte. Tel le chimiste qui se refuserait à constater la loi de Gay-Lussac sur les combinaisons en volumes, et par suite n'accepterait pas la définition des poids moléculaires qui en est l'expression, sous prétexte que quelques densités de vapeurs sont très variables et que la loi de Gay-Lussac est en défaut pour elles.

Quand on substitue cette loi à la loi d'Haüy dans la définition du réseau, on détermine ainsi un réseau précis. *On sait ce qu'on veut dire* au juste quand on en indique les dimensions et le mode. On exprime par là, d'un seul coup, toute une série de faits que le réseau, déterminé autrement, n'exprime pas. Dès lors le réseau, au lieu de rester quelque chose de vague, dont on peut multiplier les paramètres par tout ce que l'on veut, au risque de ne plus même exprimer la loi d'Haüy (car on en est arrivé là), devient quelque chose de parfaitement défini dans la grande majorité des cas, comme la molécule dans la Chimie.

[1] On pourrait, cependant, alors imaginer une théorie réticulaire avec période infiniment petite, et qui admettrait les axes ternaires irrationnels. Mais elle rendrait possible aussi des axes d'ordre infini, qui n'existent pas.

[2] D'aucuns s'étonneront peut-être de ne pas voir figurer parmi les lois fondamentales de la Cristallographie la « loi de symétrie », que les ouvrages classiques placent à côté de la loi d'Haüy. C'est que cette loi n'est pas une loi physique. C'est une définition de la symétrie, rien de plus.

V. — La théorie de la structure de Schœnflies.

Au point où nous en sommes arrivés, nous sommes en possession d'une théorie qui est la suivante : le milieu cristallin homogène (cristal) est périodique, avec une période finie (les mathématiciens disent : il contient un groupe de translations finies, ce qui revient au même). La forme de sa période est en général parfaitement déterminée par l'observation. Mais, par contre, aucun des faits que nous avons jusqu'ici utilisés ne nous permet de rien spécifier quant à la disposition de son motif (les mathématiciens disent : domaine complexe, ce qui revient au même encore). La matière du motif peut même être supposée continue ou discontinue. Elle est complètement indéterminée.

D'autre part, cette périodicité exprime entièrement les faits invoqués. Si on ne leur ajoute aucun fait nouveau, on pourra bien discourir indéfiniment sur le motif cristallin, le découper en autant de fractions que l'on voudra; on aura fait une œuvre mathématique intéressante, mais on n'aura rien ajouté à la théorie en tant que théorie physique.

C'est pourtant en cela exactement que consiste la fameuse « théorie de la structure » que l'on prétend aujourd'hui « opposer » à la théorie de la périodicité d'Haüy, de Bravais et de Mallard. Etudiée d'abord avec son véritable sens, c'est-à-dire à titre de recherche purement mathématique, par M. C. Jordan, elle est devenue, entre les mains de MM. Sohncke, Fedorow et Schoenflies, une « théorie » à prétentions physiques. Ces mathématiciens, admettant la périodicité et sans introduire aucun fait expérimental nouveau, sans prétendre exprimer aucun fait autre que ceux qu'implique la périodicité, ont cherché de quelles manières peuvent être, dans un milieu périodique, répartis les éléments de symétrie (axes de symétrie, axes hélicoïdaux, plans de symétrie, etc.). Ils ont trouvé 230 de ces modes de répartition, et divisé en conséquence le motif (domaine complexe) selon 230 types différents de division, en petits éléments de volume dépourvus eux-mêmes de toute symétrie et dont la répétition symétrique reconstitue le domaine complexe ; ce sont les domaines fondamentaux.

Il n'y a là aucune espèce de théorie physique qui ajoute quoi que ce soit à la simple notion de périodicité. Quelle que soit la nature du motif, quelles que soient les hypothèses que l'on pourra jamais faire sur elle (pour exprimer des faits), toujours ce motif pourra, tant que la périodicité restera admise, se découper en domaines fondamentaux selon l'un des 230 modes de Schœnflies. La prétendue théorie de la structure n'est donc nullement une théorie physique. C'est, tout au contraire, l'étude purement mathématique de tout ce que l'on peut dire *a priori* du motif, en vertu de la seule périodicité, *lorsqu'on s'abstient de faire à son sujet aucune hypothèse, aucune théorie physique.* C'est *l'absence de toute théorie de la structure* autre que la périodicité. Elle n'implique même pas la continuité ou la discontinuité de la matière. Elle ne suppose rien sur elle.

Est-ce à dire que cette théorie mathématique soit sans intérêt ? Nullement. Elle nous fait mieux comprendre quelles conditions la périodicité impose nécessairement à la répartition de la matière dans la maille. Elle n'est pas une théorie physique, mais elle est le cadre dans lequel, lorsque nous voudrons établir une théorie physique qui soit avant tout basée sur la périodicité, nous serons astreints à nous mouvoir.

Je comparerais volontiers la théorie de Schœnflies à ce que serait en Chimie une théorie mathématique de toutes les combinaisons possibles de n atomes de carbone tétravalents avec p atomes d'hydrogène monovalents, q atomes d'oxygène divalents, etc...[1]. Une telle théorie pourrait avoir son intérêt, même pour le chimiste. Il y trouverait énumérées, à côté de beaucoup de combinaisons qui ne seront jamais réalisées et que peut-être des lois de la Chimie, non introduites par le mathématicien, rendent impossibles, toutes celles du moins qui seront jamais considérées comme possibles tant que le carbone sera envisagé comme élément tétravalent, l'hydrogène comme élément monovalent, etc. On serait satisfait de savoir combien il y en a, et surtout qu'il y a eu un homme assez sagace et assez patient pour les compter. Mais qui dira qu'il y ait là une théorie chimique, qui ait introduit dans nos connaissances chimiques quoi que ce soit de nouveau, qui ait en elle-même une autre valeur, comme représentation des faits, que le simple énoncé de la doctrine de la valence ?

Telle est la théorie de Schœnflies. Elle a sa valeur mathématique. Elle est l'œuvre d'une grande sagacité et d'une prodigieuse patience. Mais on abuse vraiment de notre crédulité quand on cherche à nous faire croire qu'elle ajoute quoi que ce soit à la simple notion de périodicité. « Ne nous perdons pas dans les abstractions mathématiques », tel est le conseil excellent que nous donne M. Wyrouboff. Je demande la permission d'ajouter : Ne prenons pas pour abstractions mathématiques ce qui est raisonnement légitime et nécessaire, ni pour théories physiques nouvelles ce qui n'est qu'abstractions mathématiques à propos de vieilles théories.

Pour construire une théorie physique de la struc-

[1] Ce problème a été abordé, et traité dans quelques cas particuliers, notamment par Cayley et par Brunel.

ture du motif cristallin, la théorie de Schoenflies ne saurait donc, prise telle quelle, servir de base. On peut bien déclarer arbitrairement, avec M. Wallerant : le domaine fondamental de Schoenflies contiendra une particule, composée d'un très grand nombre de molécules chimiques. Nous ferons de cette particule l'élément constitutif du cristal, et interdisons par là à l'élément constitutif du cristal d'avoir aucune symétrie. Tout au moins, s'il en a une, ne doit-elle se retrouver à aucun titre dans le cristal. On peut bien aussi, avec M. Wyrouboff, décréter : Le domaine fondamental contiendra une molécule chimique et une seule, et à cette molécule chimique il est par conséquent interdit d'avoir une symétrie qui puisse se retrouver dans le cristal. Mais, par ces décisions arbitraires ou toutes autres analogues, on ne se propose d'exprimer aucun fait. Pourquoi veut-on que dans tout cristal le domaine fondamental, pure abstraction géométrique, simple subdivision de la maille imaginée par le géomètre, corresponde à une unité physiquement ou chimiquement définissable? Pourquoi s'interdire une molécule chimique qui pourrait porter sur plusieurs des domaines fondamentaux du géomètre et pourrait, par suite, avoir une symétrie? Pourquoi dans tel cristal chaque domaine fondamental ne contiendrait-il pas plusieurs molécules chimiques, dans tel autre une seule, dans tel autre encore une molécule chimique n'appartiendrait-elle pas à plusieurs domaines fondamentaux? A ces questions, aucune réponse. Nous sommes en plein arbitraire, en pleine rêverie, dans ces nuages où conduisent le dédain de la « loi empirique » et l'admiration de la « théorie rationnelle ».

VI. — Une théorie physique de la structure.

Pour qui tient à rester dans le domaine de la science positive, voici quelle est la situation :

Les faits d'observation que nous avons mis en œuvre jusqu'ici nous conduisent à la théorie de la périodicité. Ils nous font connaître la forme de la période, qui résume à elle seule ces faits. Mais ils laissent complètement indéterminé le contenu de cette période, le motif. Notre théorie *nous laisse donc la latitude d'exprimer d'autres faits*, par le moyen d'hypothèses restrictives sur la structure de ce motif. La théorie de Schoenflies n'exprimait rien de plus que la périodicité : celle que nous chercherons à établir devra, sous peine d'être sans but et sans utilité, exprimer autre chose ; elle sera un cas particulier inclus dans la théorie de Schoenflies, nécessairement, et un cas particularisé par l'expression d'un ou plusieurs faits dont Schoenflies, comme mathématicien développant le seul principe de la périodicité, n'a pas tenu compte et n'avait pas à tenir compte dans ses recherches.

Plusieurs ordres de faits cristallographiques peuvent être invoqués en faveur d'hypothèses sur la structure du motif. Il m'est impossible de les développer tous ici. Chose remarquable d'ailleurs, ils conduisent tous à une même conception, que nous devons à Mallard. Je citerai seulement ici un fait extrêmement important et dont l'analyse nous conduit, presque nécessairement, à cette conception de la structure.

Ce fait, dont M. Lehmann et M. Wyrouboff lui-même, grâce aux études microscopiques des transformations polymorphiques, ont ajouté un grand nombre d'exemples à ceux qui étaient connus depuis longtemps, c'est ce que M. Wyrouboff a appelé le *polymorphisme direct*. Dans certaines transformations polymorphiques, on voit toutes les propriétés physiques, notamment les propriétés optiques, et le plus souvent la symétrie qu'elles révèlent, changer brusquement, sans déplacement visible de chaque point de la masse, sans que l'homogénéité du cristal soit détruite[1], sans que la forme extérieure subisse d'autre changement que de légères contractions ou dilatations dans certains sens, sans que cette forme extérieure enfin cesse de convenir à la symétrie interne nouvelle. A cela s'ajoute le fait connexe, constaté depuis longtemps, que deux formes polymorphes d'un même composé chimique ont en général des réseaux qui sont, à de légères déformations près, *multiples* simples l'un de l'autre. J'appelle réseaux multiples l'un de l'autre deux réseaux qui ont les mêmes plans réticulaires.

Analysons ces faits : Deux formes d'un même composé chimique polymorphe n'ont pas, en général, même réseau. Elles n'ont en général ni la même symétrie, ni les mêmes clivages, ni les mêmes formes dominantes. Appliquée à chacune d'elles, la loi de Bravais conduit à deux périodes en général tout différentes, qui peuvent d'ailleurs accidentellement avoir même symétrie, mais avec des paramètres ou tout au moins un mode différent. Mais ces deux réseaux sont l'un multiple simple de l'autre ; et dans la transformation polymorphique directe, quand elle est possible, nous voyons la matière, douée primitivement de l'une de ces périodes, passer subitement, sans déplacement sensible, à une période différente *qui a la forme et l'orientation d'un multiple de la première*. Cela revient à dire, d'une manière plus générale, les cas de trimorphisme, tétramorphisme, étant fréquents, que ces deux périodes sont toutes deux multiples

[1] A cela près que parfois un cristal homogène se transforme en une macle. Mais cela ne change rien à la conclusion, et je suis obligé ici d'abréger.

d'une troisième, laquelle peut d'ailleurs, comme cas particulier, se confondre avec l'une d'elles.

Quelle signification attribuer à ce nouveau réseau, sous-multiple (ou multiple, cela revient au même) de la période proprement dite déjà définie du cristal, et qui se révèle comme commun à toutes les formes polymorphes d'un même composé capables de passer de l'une à l'autre par la transformation directe ?

Rappelons-nous que, dans la transformation directe, nous ne percevons aucun déplacement de la matière. Ce dernier fait, nous l'exprimons d'une manière satisfaisante si nous admettons que toute la transformation se réduit à des rotations de particules sur elles-mêmes, sans déplacement sensible d'un de leurs points que nous pouvons convenir d'appeler leur centre de rotation [1]. Dès lors, nous sommes conduits à admettre ceci : la matière du cristal est discontinue. Elle se compose de particules distantes, réparties aux sommets d'un réseau de polyèdres identiques contigus. Ce réseau n'est, d'ailleurs, pas forcément un réseau de parallélépipèdes. Mais, en raison même du fait que nous voulons exprimer, il est nécessairement un multiple d'un réseau de parallélépipèdes contigus. C'est-à-dire qu'on peut toujours le définir comme un réseau de parallélépipèdes dont certains nœuds sont supprimés. Cet ensemble de points, fixe dans le cristal, constitue ce que l'on peut appeler son *réseau matériel*. Il est le même, à de petites déformations près, pour les diverses formes polymorphes d'un même composé, susceptibles de passer de l'une à l'autre par polymorphisme direct.

A chacun de ses sommets est le centre de rotation d'une particule, dont la nature est la même pour toutes les formes polymorphes et que l'on peut, par suite, imaginer être la molécule chimique elle-même, ou, ce qui est indifférent, un groupe constant de molécules chimiques. Ces particules ne sont pas en général orientées parallèlement entre elles. Mais les points homologues de toutes celles qui sont parallèles et que rien, si ce n'est leur position absolue dans l'espace, ne différencie les unes des autres, constituent des points analogues. L'ensemble de ces points définit un réseau de parallélépipèdes contigus, ou groupe de translations, qui est la période, le *réseau cristallin* du milieu : réseau applicable, puisque le milieu est périodique, à n'importe lequel des points de ce milieu, et nullement fixe dans le cristal. Ce réseau n'est pas, en général, identique au réseau matériel, mais *il en est un multiple*. Il peut, comme cas particulier, lui être identique, ainsi que le supposaient inutilement, à titre d'hypothèse générale, Delafosse et Bravais.

Si maintenant les particules viennent à changer d'orientation, sans que le réseau matériel qui définit leurs positions subisse autre chose que de légères déformations, le réseau cristallin peut changer du tout au tout. Mais il reste un multiple du même réseau matériel. La transformation polymorphique directe s'interprète ainsi de la manière la plus claire et la plus adéquate, par de simples rotations de particules. Ce qui exprime les deux faits dominants : 1° Il n'y a pas de déplacement sensible de la matière; 2° Les réseaux des deux formes polymorphes sont multiples d'un même réseau. Quant à la symétrie des particules, il devient complètement inutile de la déclarer nécessairement nulle. Elles sont astreintes simplement à avoir au maximum la symétrie de la forme la moins symétrique connue du composé.

On remarquera qu'ainsi précisée la théorie de la structure n'est pas finie, fermée. Le fait du polymorphisme direct, qui est en somme assez exceptionnel, nous conduit à la notion du réseau matériel, mais ne suffit pas à définir, à fixer complètement ce réseau. Il reste donc possible d'utiliser l'image de la structure à exprimer d'autres faits encore, dont plusieurs s'accordent d'ailleurs remarquablement avec cette même notion de réseau matériel. Mais un tel sujet nous entraînerait trop loin. J'en ai assez dit, je pense, pour montrer que je suis très loin de considérer les théories de structure comme « illusoires et stériles », et pour faire comprendre à quelle condition elles doivent répondre pour ne l'être pas. Dans tous les domaines de la science physique, toute théorie qui prétend se construire rationnellement, en perdant le contact des faits expérimentaux, est, en effet, stérile et illusoire. Sur les ailes de quelques grands mots elle croit s'envoler très haut, fait illusion à certains, mais, pour qui sait voir, piétine misérablement sur place. Pendant ce temps, le physicien moins ambitieux, qui sait ne pouvoir quitter terre, avance sûrement, les yeux fixés sur les faits, le raisonnement tendu vers eux pour discerner ceux qui sont logiquement indépendants de ceux qui ne le sont pas, et ne bâtit de théories que pour grouper ceux qui, en dernière analyse, restent logiquement distincts. A cette condition, il est certain que ses théories contiennent un reflet de la réalité, dans la mesure où elle est accessible. A cette condition, il est sûr de faire besogne saine, utile et féconde.

G. Friedel,
Ingénieur des Mines,
Professeur à l'Ecole des Mines de Saint-Etienne.

[1] Ce n'est que par des artifices de langage que l'on a prétendu se passer, dans l'interprétation des macles mécaniques comme dans celle du polymorphisme direct, de ces rotations de particules et les remplacer par des déformations. Il y aura toujours en dernière analyse un élément qu'il faudra faire tourner, tant que l'on ne nous aura pas demandé expressément de déformer la molécule chimique, puis l'atome.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Goursat (E.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Cours d'Analyse mathématique.** *Tome II* : **Théorie des fonctions analytiques. Equations différentielles. Equations aux dérivées partielles. Eléments du Calcul des variations.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 640 *pages.* (*Prix* : 20 *fr.*) *Gauthier-Villars. Paris.*

Après avoir constitué un volume avec les théories, soit de Calcul différentiel, soit de Calcul intégral, qui ne faisaient intervenir que le domaine réel, M. Goursat a reporté à sa seconde partie tout ce qui introduit la considération des variables complexes et, avant tout, la théorie des fonctions analytiques.

On se demandera sans doute si cette division, si contraire aux habitudes reçues, s'imposait, si elle constitue une classification bien naturelle des matières de l'Analyse. La lecture même de l'ouvrage suffira à montrer qu'il en est bien ainsi. C'est que la notion même sur laquelle on opère, celle de fonction, a une signification différente dans les deux cas. Tant que la variable reste réelle, cette notion garde une grande généralité, la continuité et l'existence de dérivées jusqu'à un certain ordre — le plus souvent de la dérivée première ou tout au plus de la dérivée seconde — étant seules indispensables au raisonnement. Dans le champ des variables complexes, au contraire, c'est la notion de fonction analytique qui s'introduit nécessairement.

C'est donc à la théorie des fonctions analytiques que l'auteur s'adresse dès le commencement, et (tout en n'ignorant pas, dans la suite, l'usage des séries entières) il emploie tout d'abord, pour la traiter, les méthodes de Cauchy et l'intégration dans le plan des variables imaginaires. Dans sa préface, il prend la peine de s'en justifier. Quelques géomètres le jugeront sans doute bien scrupuleux, et trouveront qu'il fait beaucoup d'honneur aux aphorismes des ultra-weierstrassiens. Mais l'exclusivisme de ceux-ci a parfois été assez intransigeant pour rendre cette apologie utile. Disons d'ailleurs qu'une heureuse réaction tend à se produire et que, dans son remarquable *Lehrbuch der Functionentheorie*, M. Osgood en donne l'exemple, en attribuant aux intégrales de contour la place qui leur revient, quitte à les combiner ensuite avec les méthodes de Weierstrass.

Un tel éclectisme n'a vraiment pas besoin de justification. Personne n'a jamais songé à exclure de la théorie des fonctions l'emploi de la série de Taylor. Je ne vois pas pourquoi l'inverse serait plus raisonnable et quel avantage il y a à constituer cette théorie en se passant des intégrales de Cauchy.

Le plus curieux est qu'il ne me paraît pas du tout démontré que ce but soit atteint. Nul doute qu'il ne le soit pour l'imprimeur et qu'un traité de théorie des fonctions d'après Weierstrass ne puisse être composé sans signe $\int$. Mais le logicien, plus difficile à contenter, y trouvera une certaine décomposition de fraction rationnelle en fractions simples dont les infinis sont distribués sur un cercle, qui ressemble à s'y méprendre à une « valeur moyenne » de Cauchy sur le cercle en question.

Cette exclusion des intégrales définies, sur l'utilité — et même sur la réalité — de laquelle nous avons tant de doutes, est-elle au moins obtenue sans rien sacrifier de la portée et de la généralité de la théorie? Qui ne voit immédiatement le contraire? D'un côté, on admet *à priori* l'existence du développement de Taylor, c'est-à-dire d'une expression analytique de forme déterminée et toute spéciale. De l'autre, on ne suppose à la fonction envisagée que des propriétés simples de continuité et de dérivabilité : ces hypothèses, les plus banales que l'on puisse faire pour l'application du Calcul infinitésimal, et qui restent telles dans le domaine réel, sont grosses de conséquence dans le domaine complexe et suffisent, comme le montre la théorie de Cauchy, à fonder la notion de fonction analytique. Rien de tout cela ne ressort de la théorie fondée sur l'emploi exclusif des séries.

Cet important avantage des méthodes de Cauchy, M. Goursat se trouve être un de ceux qui ont contribué à le mettre le plus en lumière, en simplifiant encore les hypothèses utilisées. Au lieu qu'avant lui il avait été nécessaire d'assigner une limite supérieure au module de la dérivée, il a démontré que l'existence de celle-ci suffit à assurer l'exactitude du théorème fondamental. Cette démonstration est si simple que, tout en s'étant astreint à rester élémentaire et à ne pas dépasser les limites des programmes, il a pu la présenter à ses lecteurs.

Inutile de dire qu'un peu plus loin les propriétés des séries entières et du prolongement analytique sont exposées avec le soin qu'elles méritent.

La théorie des fonctions analytiques, établie sur cette double base, occupe la première moitié du volume : elle comprend, en particulier, une excellente étude des fonctions elliptiques où, sans entrer dans le détail des calculs souvent fastidieux auxquels ces fonctions peuvent donner lieu, l'auteur sait aborder les principales questions générales qu'elles soulèvent, tant dans leur théorie que dans leurs applications, ou du moins leurs applications purement analytiques.

Quant à la théorie des fonctions algébriques et des intégrales abéliennes, elle est représentée par ses propositions les plus élémentaires : méthode de Puiseux, théorème d'Abel, périodes des intégrales abéliennes. Le lecteur acquiert, d'autre part, une idée des difficultés qui entourent la théorie des fonctions analytiques de plusieurs variables et des résultats établis : tel est, entre autres, l'important théorème de Weierstrass, dont l'absence constituait une lacune regrettable des anciens traités.

Bien que l'étude des équations différentielles puisse se poursuivre aussi bien dans le domaine réel que dans le domaine complexe, il était impossible de l'aborder sans la connaissance des doctrines précédentes. M. Goursat la traite tant au point de vue de la théorie des fonctions, telle qu'il vient de la présenter, qu'au point de vue des variables réelles, tel que l'introduisent les travaux récents.

Il ne laisse d'ailleurs pas ignorer à ce sujet les principales théories anciennes ou modernes : multiplicateur (dont nous voudrions, pour notre part, voir lier la notion à celle des invariants intégraux, si propre à l'éclairer), transformations infinitésimales, intégrales régulières des équations linéaires, points singuliers les plus simples, etc. Quelques indications sont même données sur la question des intégrales singulières des systèmes différentiels, élucidée précédemment par l'auteur grâce à des considérations géométriques très simples.

Tous ceux qui ont lu les *Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre* ne s'étonneront pas de voir traitée avec une grande perfection la théorie des équations aux dérivées partielles. Mais il est un point, brièvement indiqué en une page, et qui mérite cependant d'attirer toute leur attention : je veux parler de la méthode de Mayer,

mise ici sous une forme nouvelle et très heureuse. M. Goursat sera, je crois, le premier à l'avoir fait comprendre, si par comprendre on entend « savoir, non « seulement si tous les syllogismes d'une démonstra- « tion sont corrects, mais pourquoi ils s'enchaînent « dans tel ordre plutôt que dans tel autre ».

L'ouvrage se termine par les éléments du Calcul des variations. Grâce aux récents traités sur cette matière, particulièrement à celui de M. Bolza, l'auteur a pu introduire ici la méthode de Weierstrass. Un géomètre aussi rigoureux ne pouvait, au reste, songer à suivre aujourd'hui les anciens errements.

JACQUES HADAMARD,
Professeur adjoint à la Sorbonne,
Professeur suppléant au Collège de France.

2° Sciences physiques

Ginestous (G.), *Chargé du Service météorologique à la Direction de l'Enseignement public de la Tunisie, professeur au Collège Sadiki.* — **Etude sur le Climat de la Tunisie.** — 1 *vol. gr. in-8 de* VIII-427 *pages, avec très nombreux diagrammes et cartes. Imprimerie Centrale (Georges Guinle et Cie), Tunis*, 1906.

L'étude sur le climat de la Tunisie de M. Ginestous a fait l'objet d'une thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, pour obtenir le titre de *docteur de l'Université de Paris*. On doit féliciter la Faculté des Sciences, en accueillant favorablement un tel travail, d'avoir encouragé les études météorologiques et climatologiques conçues dans un esprit scientifique.

Sous la direction de M. Jacques, directeur de l'Office tunisien des Postes et Télégraphes, aujourd'hui décédé, et de M. Machuel, directeur général de l'Enseignement public, M. Ginestous a organisé le Service météorologique en Tunisie ; et depuis 1894 il ne cesse de développer les stations d'observations, d'en surveiller le fonctionnement et d'en recueillir les données. En se consacrant à cette œuvre de longue haleine, l'auteur ne cache pas qu'il a eu surtout en vue un but très précis : faire connaître à la France, avec tout le détail nécessaire, ce qu'est le climat tunisien.

De très nombreux diagrammes servent à illustrer ce que les tableaux de chiffres ne traduiraient pas d'une façon assez concrète. Des cartes illustrent de même la distribution des températures, de la nébulosité, des vents sur la Tunisie.

La nébulosité est extrêmement faible en Tunisie, surtout dans le sud ; en été, elle est faible dans tout le pays. Le ciel, dit l'auteur, est « toujours pur, toujours bleu, toujours lumineux ». Il est regrettable que l'on n'ait pu dans le sud faire quelques observations de polarisation atmosphérique au photopolarimètre Cornu, telles que Cornu lui-même en avait fait sur le ciel de la Grèce.

Les températures ont été suivies durant quinze ans en plus de vingt stations, et l'auteur a établi — au prix de quels calculs ! — un luxe de tableaux des températures moyennes mensuelles, des températures minima moyennes et maxima moyennes pour chaque mois, pour chaque saison et pour l'année entière.

Il résulte des observations du Service météorologique tunisien qu'il peut geler l'hiver, et même au printemps, dans la région des plateaux du Nord-Ouest de la Tunisie, à Aïn-Draham, et parfois jusqu'à Tunis même. Il s'agit ici de gelées noires, pour lesquelles le thermomètre sous abri descend au-dessous de zéro. Les gelées blanches, pour lesquelles le sol est gelé sans que la température de l'air tombe à zéro, sont naturellement plus fréquentes encore, et l'auteur en fait plus loin une étude spéciale. Quant aux températures extrêmes de l'été, la température de 40° est fréquemment dépassée, surtout lorsque souffle le sirocco ; et il résulterait des observations citées par l'auteur que l'on aurait atteint une fois à Tunis et à El-Djem l'énorme température de 50°.

M. Ginestous a eu l'heureuse idée de faire une étude spéciale de quelques journées de sirocco ; pour le 12 avril 1903, le 10 août, le 25 août, le 12 septembre 1903 et pour le 25 juillet 1904, il trace sur des cartes les lignes limitant la région où la température a dépassé 40°. Bizerte, pour ces cinq situations, est laissée en dehors de cette région, ce qui indique que la température y est restée au-dessous de 40° ; il en est de même, en général, pour une étroite bande du littoral oriental de la Tunisie. Tunis, pour les cinq situations indiquées, s'est trouvée, au contraire, dans la région où le thermomètre est monté au-dessus de 40°.

Pour quelques-unes de ces dates, l'auteur donne également les diagrammes des appareils enregistreurs de la station de Tunis : baromètre, thermomètre et hygromètre. On peut voir, sur les courbes du 12 avril, qu'une baisse barométrique brusque correspond à une élévation tout à fait anormale de la température et à une baisse corrélative de l'humidité relative. Plus loin, l'auteur donne les cartes de la situation météorologique générale qui correspondent à tel ou tel vent en Tunisie.

Nous nous permettrons à ce sujet une légère critique : en étudiant la giration des vents à Tunis pour tous les cas possibles de dépressions barométriques passant au nord de Tunis, en allant de l'Est à l'Ouest, ou de l'Ouest à l'Est, au sud de Tunis, de l'Est à l'Ouest, puis de l'Ouest à l'Est, l'auteur prend la peine de dessiner seize figures théoriques, représentant tous les cas possibles, alors qu'il suffisait de deux ou tout au plus de quatre pour faire comprendre l'application de la loi de Dove à la station de Tunis ; un tel luxe de détails, où l'on passe en revue tous les cas imaginables, est à peine à sa place dans un livre didactique pour des débutants ; il ne l'est pas dans une thèse.

Sur la distribution des pluies, sur la direction et la force des vents aux diverses stations, l'ouvrage contient aussi des données très complètes et très intéressantes. Il se termine par un essai de division de la Tunisie en régions naturelles, dont chacune est brièvement caractérisée en quelques pages qui résument l'allure de son climat.

Il est à regretter que l'ouvrage ne contienne pas une table méthodique des cartes et des diagrammes, ce qui le rendrait plus maniable et permettrait d'en utiliser plus aisément la riche documentation.

BERNARD BRUNHES,
Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

Cross (C. F.) et **Bevan** (E. J.). — **Researches on Cellulose.** II (1900-1905). — 1 *vol. in-8° de* 184 *pages.* (*Prix* : 9 *fr.* 40.) *Longmans, Green and C°, éditeurs. London*, 1906.

Ce volume est la suite de celui que les mêmes auteurs ont fait paraître sur le même sujet il y a quelques années[1] et a pour seul but de résumer les connaissances acquises depuis cette époque sur les propriétés et la constitution de la cellulose.

Personne n'était mieux qualifié que MM. Cross et Bevan pour entreprendre pareille tâche et faire une judicieuse critique des travaux relatifs à la cellulose ; nous ne pouvons malheureusement pas les suivre ici dans leurs hypothèses, ni leurs discussions, dont le seul exposé nous entraînerait trop loin : rappelons seulement que MM. Cross et Bevan continuent à considérer la cellulose comme un complexe, un agrégat qui ne saurait répondre à une seule formule chimique bien définie, quelles que soient d'ailleurs celles des éthers simples ou mixtes qui ont été proposées par différents auteurs.

L'ouvrage se termine par un exposé succinct des progrès réalisés dans la technologie des produits cellulosiques, notamment dans la fabrication de la soie artificielle ou *lustracellulose*, ainsi que de la viscose sous forme massive ou mélangée avec le caoutchouc. Par le nombre et l'importance des renseignements

[1] Voir la *Revue* du 15 juillet 1895, p. 601.

qu'il contient, ce volume doit nécessairement prendre sa place au milieu des monographies spéciales qui, aujourd'hui, tendent de plus en plus à remplacer les traités généraux.

L. Maquenne,
Membre de l'Institut.

3° Sciences naturelles

Davidson (Allan A.). — **Journal of Exploration in Central Australia** (1898-1900). — 1 *broch. in-4 de 76 pages, avec 2 cartes. C. E. Bristow, Government Printer, Adelaïde*, 1906.

Il y a une dizaine d'années se formait en Australie, sous le nom de *The Central Australian Exploration Syndicate*, une Société dont le but était de faire reconnaître, au point de vue de ses ressources minières possibles, la région centrale du Territoire nord de la colonie de l'Australie du Sud, région qui s'étend des deux côtés de la ligne télégraphique transcontinentale qui va d'Adélaïde à Port-Darwin. M. A. Davidson fut mis à la tête d'une Expédition qui, en deux campagnes, exécutées de 1898 à 1900, explora ce pays. Les gisements aurifères reconnus par l'Expédition ne sont pas suffisamment riches pour rémunérer une exploitation dans les conditions de transport actuelles; de ce côté donc, l'entreprise n'a pas donné tous les résultats qu'on en attendait. Par contre, la Mission a rapporté des renseignements géographiques et géologiques fort intéressants, qui complètent ceux de l'Expédition Elder et qui permettent de remplir d'indications sûres un blanc de plus de 27.000 milles carrés sur la carte de l'Australie centrale.

Forel (Auguste), *ancien Professeur de Psychiatrie à l'Université de Zurich.* — **L'Ame et le Système nerveux. Hygiène et Pathologie.** — 1 *vol. in-8° de 334 pages, avec 2 planches en couleurs et 7 figures dans le texte.* (*Prix* : 15 *fr.*) *G. Steinheil, éditeur, Paris*, 1906.

Cet ouvrage de vulgarisation fait pendant à « La question sexuelle », que le même auteur a fait paraître l'an dernier. Comme la question sexuelle, celle de l'âme devait aussi être exposée au grand public. Le sexe et la pensée sont, en effet, les deux « mystères » biologiques dont l'homme est avant tout, sinon exclusivement curieux. Vous chercheriez en vain à intéresser un auditoire populaire avec la physiologie de la circulation ; vous y réussirez toujours avec les phénomènes de la reproduction et avec les processus de la pensée. C'est que, d'instinct, cet auditoire a senti que, si les premiers sont les données du problème de l'espèce, les seconds sont celles du problème individuel par excellence. Ainsi, ces deux livres de M. Forel : « La Question sexuelle », « L'Ame et le système nerveux », forment une œuvre biologique complète de vulgarisation.

L'auteur a intitulé son ouvrage « L'âme et le système nerveux », parce qu'il a voulu partir du point de vue dualiste « avec les gens qui — dit-il — n'osent regarder les faits en face », « avec ceux qui jurent sur l'autorité », et qui en « profitent pour prétendre qu'il s'agit là d'une question de métaphysique insoluble, et pour se mettre à cheval sur une équivoque appelée parallélisme psycho-physiologique ». Il compare l'hypothèse du dualisme, qui considère l'âme et l'activité cérébrale comme distinctes, à la conception cosmogonique de Ptolémée, et celle du monisme, qui les identifie l'une à l'autre, à la théorie de Copernic. Comme la théorie de Ptolémée, le dualisme « conduit à d'absurdes contradictions et exige des croyances mystiques sans aucun fondement scientifique, dès qu'on veut vérifier les faits à son aide. A l'aide du monisme, au contraire, tout s'explique clairement et sans contradictions, comme le mouvement des astres avec la théorie de Copernic. On peut même souvent calculer et prédire les réactions psychologiques. Voilà pourquoi nous sommes en droit d'admettre le monisme comme démontré, jusqu'à preuve du contraire, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'on ait prouvé qu'il existe des âmes sans cerveau et des cerveaux vivants sans âme ».

Dans la première partie de son livre : « Ame, cerveau et nerfs à l'état normal », l'auteur tente cette démonstration. Après un premier chapitre, où il expose la psychologie (science de l'âme), et un second pour l'anatomie du système nerveux, il examine dans un troisième les rapports entre l'âme et le cerveau, qui sont l'objet d'une science spéciale, la psycho-physiologie. Le premier chapitre contient l'analyse d'un fait psychologique simple, la définition et l'explication des facultés de l'esprit et des notions principales de la Psychologie. Dans toute cette partie et dans l'ouvrage entier, Forel se sert de la terminologie de Simon : l'image mémoriale est un « engramme », sa revivification une « ecphorie », sa reconnaissance ou identification une « homophonie », etc.

Voici d'ailleurs à peu près la démonstration du cerveau-âme. La *conscience*, c'est le côté intérieur psychologique (*introspecté*) de notre vie cérébrale; le *neurocyme* (onde nerveuse), c'est la vie cérébrale observée du dehors, par exemple chez les autres. « La physiologie du système nerveux (la science du neurocyme), a dit Fechner, et la psychologie traitent la même matière vue de deux côtés différents. Elles sont aussi incapables d'entrer en conflit que celui qui regarde le côté convexe d'un arc de cercle et celui qui regarde son côté concave. » Le monisme scientifique dit que ce sont les mêmes réalités qui nous apparaissent, psychologiquement comme âme et conscience, physiologiquement comme neurocyme. Les états d'âme, observés par la méthode introspective de la Psychologie, diffèrent des activités neurocymiques de la physiologie nerveuse en ce qu'ils ne paraissent pas obéir à la loi de l'énergie, mais semblent naître de rien et disparaître dans le néant, en ce qu'on ne peut les rattacher tous les uns aux autres par la loi de cause à effet.

C'est en se basant sur de pareilles observations de pure psychologie subjective qu'on admet à l'existence d'une âme indépendante de la matière vivante du corps, c'est-à-dire des lois naturelles. Toutes les contradictions de cette supposition dualiste s'expliquent d'abord par une distinction nécessaire. La conscience supérieure ou *superconscience* est l'ensemble des reflets synthétiques les plus importants des phénomènes nerveux complexes dont nous avons conscience à l'état de veille, c'est-à-dire de ceux qui sont fixés par l'attention et dont nous nous souvenons; elle constitue ainsi le principal de notre moi, de notre âme. La conscience inférieure ou *subconscience* se compose de tous les phénomènes psychiques (improprement appelés inconscients) qui furent une fois conscients, mais très faiblement, et qui ont été oubliés depuis. Notre moi est comparé à une machine très compliquée, qui n'aurait que des sensations synthétiques du rythme dont les ondes de ses atomes sont animées! Parce qu'elle n'est plus qu'âme et conscience, c'est-à-dire qu'elle n'a plus que des qualités synthétiques subjectives qu'elle doit à sa complexité, parce qu'elle a perdu les consciences élémentaires de l'énergie de chacun de ses atomes, et qu'elle les a confondues dans le tout de sa subconscience, cette machine n'aurait pas le droit de refuser à chacun de ses atomes la sensation, car ce serait lui refuser l'énergie et le mouvement. C'est ainsi qu'il faut se représenter, d'après M. Forel, la différence qui existe entre la conscience d'un neurone, d'une cellule ou d'un atome, d'une part, et celle de notre cerveau, c'est-à-dire notre superconscience, d'autre part.

Dans le cinquième chapitre : « Genèse individuelle et décadence du système nerveux », l'auteur examine les conditions physiologiques de l'hérédité nerveuse. Il nous explique ce qu'est la « mnème » (Simon), c'est-à-dire la somme des engrammes (modifications irritatives) héréditaires et individuels produits chez un être vivant. Il nous montre comment, dans la phylogénie, la

mnème est modifiée par la sélection, qui en élimine tout ce qui est mal adapté.

La seconde partie de l'ouvrage traite de la physiologie nerveuse. L'auteur s'y élève d'abord contre la distinction des psychoses ou maladies mentales et des névroses ou maladies nerveuses, conséquence de l'idée du parallélisme de l'âme et du cerveau. Par contre, il maintient la distinction des troubles organiques et des troubles fonctionnels, c'est-à-dire ne reposant sur aucune lésion anatomique; il tient cependant pour malheureuse l'épithète « fonctionnels » et la remplace par celle de « neurocymiques » qui ne l'est pas moins; car comment le neurocyme (onde nerveuse) serait-il troublé, si son substratum ne l'est pas? Le premier chapitre de cette partie pathologique est consacré à la psychopathologie et à la neuropathologie générales. Dans le deuxième sont classées et définies les formes diverses des maladies mentales et nerveuses; dans le troisième, il examine leurs causes, l'hérédité et les causes acquises.

Malgré l'importance des problèmes qui y sont soulevés et malgré la place considérable qui leur est accordée, les deux premières parties de l'ouvrage (qui en forment plus des deux tiers) ne sont cependant qu'un préambule, qu'une introduction scientifique et théorique à la troisième partie. Elles ont pour but de faire comprendre à tout homme cultivé le fonctionnement de notre cerveau-âme et ses maladies, pour l'amener ensuite à un résultat pratique : à pratiquer l'hygiène nerveuse pour lui-même et pour ses descendants. M. Forel est un savant complet, qui conseille comme bon ce qu'il sait ou croit être vrai, qui pense que la pratique du bien est la suite logique de la possession du vrai. Il y a dans cette partie du livre quatre excellents chapitres sur l'hygiène de la vie de l'âme et du système nerveux. Ce sont d'abord des généralités sur l'hygiène nerveuse : des règles négatives, telles que l'abstinence; des règles positives, qui découlent par exemple de la loi de l'exercice, de la nécessité du sommeil, de la prédominance du naturel sur l'artificiel. L'hygiène nerveuse de la conception et de l'hérédité, celle de l'ontogénie ou de l'enfance (pédagogie), celle de l'adulte, formant une série chronologique naturelle de chapitres fort intéressants et surtout fort utiles, dans lesquels tout homme désireux de bien vivre psychiquement, soucieux de procurer aux siens et à son prochain une vie psychique belle et harmonique, pourra découper des maximes et des règles de conduite pour les divers âges et les diverses circonstances de la vie. Le mariage hygiénique, la blastophthorie ou altération du germe héréditairement transmissible, l'hygiène nerveuse de l'école et de l'école de l'avenir, l'hygiène nerveuse de la maison et de la famille, celle de la femme, celle du vieillard, celle des névropathes, tels sont les principaux sujets traités dans ces chapitres. L'ouvrage se termine par l'énoncé d'un certain nombre de thèses ou projets sur l'hygiène publique ou sociale du système nerveux, projets dont la réalisation s'impose à bref délai.

« La question sexuelle », « l'âme et le système nerveux » forment ensemble une œuvre complète de Biologie appliquée à l'Hygiène, une œuvre de vulgarisation digne entre toutes d'être répandue.

A. Prenant,
Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Lebar (Dr L.). — **Hyperesthésies systématisées et troubles connexes.** (*Thèse de Paris*). — *Une brochure in-8° de* 311 *pages. Vigot frères, éditeurs. Paris*, 1906.

Pendant longtemps on a attribué à l'hystérie tous les troubles de la sensibilité ayant un certain caractère de généralisation, tels que les hémi-anesthésies, lorsqu'il n'existait pas de lésions organiques évidentes du système nerveux. Il en est encore ainsi pour les troubles de la sensibilité par défaut. Mais il est désormais certain que bon nombre de cas de troubles de la sensibilité *par excès*, les hémi-hyperesthésies par exemple, doivent être retranchés du tableau de l'hystérie. D'après le Dr L. Lebar, ces hyperesthésies systématisées doivent être rattachées à une autre cause, à des lésions viscérales aiguës homolatérales.

Leven est le premier qui ait étudié les troubles systématisés de la sensibilité par excès en dehors de l'hystérie (1884). Il a mis en relief cette notion nouvelle, qu'au cours des diverses maladies de l'estomac on observe des troubles sensitifs nombreux ; dans certains cas, des hyperesthésies de la peau, des muscles, des articulations sont systématisées au côté gauche. Plus tard (1893), Weill (de Lyon) étudia chez les tuberculeux les hémihyperesthésies profondes et superficielles observées dans les cas où les lésions pulmonaires ont une prédominance unilatérale très accentuée. Enfin, M. Jacquet a montré la coexistence de toute une série de phénomènes moteurs, vaso-moteurs, thermiques, pupillaires et trophiques, avec les troubles hyperesthésiques.

En recherchant les relations qui unissent tous ces accidents (hyperesthésies systématisées, superficielles ou profondes et troubles connexes), on a remarqué qu'il existe fréquemment une affection organique siégeant du même côté. En se rapportant aux observations, on rencontre chaque fois, « au-dessous » des troubles sensitifs, une lésion viscérale : orchite, salpingite, pneumonie, pleurésie, éruption dentaire, appendicite, otite aiguë, etc. On peut donc dire qu'en de certaines conditions de brusquerie ou de violence une lésion retentit sur le côté du corps où elle siège, et cela par des manifestations multiples dont les plus évidentes sont les troubles de la sensibilité.

Comme preuve de cette interprétation, on fait remarquer que très souvent les phénomènes en question suivent, avec un parallélisme parfait, les oscillations de la lésion primordiale ; ils s'atténuent avec elle ; ils prennent plus d'intensité lorsqu'elle devient plus active. Le Dr Lebar cite le cas d'un pneumonique du sommet droit ayant une exaltation de la sensibilité du même côté ; la maladie suit son cours normal vers la guérison, l'intensité de l'hyperesthésie suit une marche parallèlement descendante. Brusquement, de nouveaux foyers d'hépatisation apparaissent à la base du même côté, aussitôt l'hyperesthésie redevient très vive.

De curieux phénomènes de transfert complètent cette démonstration. Exemple : chez une malade atteinte de pleurésie droite, et qui présentait une hyperesthésie profonde et superficielle du même côté, une pulpite aiguë de la deuxième molaire inférieure gauche amène le transfert des phénomènes sensitifs, thermiques, vaso-moteurs, au côté gauche.

Ces faits, selon le Dr Lebar, permettront de retrancher du cadre de l'hystérie certains phénomènes, les hyperesthésies en particulier, qui lui avaient été rattachés, il y a quelques années, un peu trop hâtivement.

Dr H. Meige.

5° Sciences diverses

Riemann (Hugo), *Professeur extraordinaire à l'Université de Leipzig.* — **Les éléments de l'Esthétique musicale.** — *1 vol. in-8° de* 277 *pages de la Bibliothèque de Philosophie contemporaine.* (*Prix* : 5 *fr.*) *F. Alcan, éditeur. Paris*, 1906.

Le distingué professeur à l'Université de Leipzig, évitant les spéculations théoriques hasardées, a étudié, dans cet ouvrage, les éléments premiers de l'esthétique musicale. Il manquait une traduction française : M. Humbert, professeur au Conservatoire de Genève, a très heureusement comblé cette lacune.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Février 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Lebesgue** décrit une méthode permettant de démontrer l'existence d'une fonction harmonique dans un domaine et prenant des valeurs continues données à la frontière, sans aucune restriction. — M. **R. Baire** démontre l'invariance du nombre des dimensions d'un continu par rapport au groupe de toutes les transformations biunivoques continues. — M. **J. Guillaume** présente ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le quatrième trimestre de 1906. Les taches ont diminué tant en nombre qu'en étendue; il en est de même des facules.

2° Sciences physiques. — M. **G. Meslin** montre que la théorie de M. Garbe sur les spectres cannelés des réseaux parallèles rend compte de toutes les particularités du phénomène, spécialement de la loi relative au déplacement angulaire des réseaux. — M. **Alb. Colson** a constaté que la molécule verte de sulfate chromique obtenue en chauffant le sulfate violet au-dessus de 90° présente deux états dissous dans les mêmes conditions de température et de milieu : un état initial condensé de forme $[Cr^2(SO^4)^3]^2$ et un état normal $Cr^2(SO^4)^3$ provenant de la dissociation lente du précédent. — M. **L. Henry** a préparé le diméthylisopropylcarbinol $(CH^3)^2C(OH).CH(CH^3)^2$ par diverses réactions : 1° action de CH^3MgBr sur l'aldéhyde α-chloroisobutyrique ; 2° action de CH^3MgBr sur la monochlorhydrine amylénique. — M. **H. Fournier** a constaté qu'il est possible de transformer un alcool primaire saturé en acide monobasique correspondant, et cela avec un bon rendement, en employant le permanganate de potassium dans des conditions bien déterminées. — M. **G. Darzens**: Hydrogénation catalytique des éthers-sels non saturés (voir p. 215). — M. **H. Guillemard** a reconnu que les cyanures métalliques soumis à l'alcoylation donnent à basse température des carbylamines, à température plus élevée un mélange de carbylamine et de nitrile, puis, à partir d'une certaine température, uniquement des nitriles. — MM. **A. Haller** et **Ch. Weizmann**, en faisant réagir CH^3MgI, C^2H^5MgI et C^6H^5MgBr sur les cyanocampholates de méthyle et d'éthyle, ont obtenu les éthers acylcampholiques correspondants. La réduction de l'acide benzoylcampholique fournit l'acide phényloxyhomocampholique. — MM. **A. Trillat** et **Sauton** établissent la présence d'aldéhydes dans les fromages ; leur présence coïncide avec l'apparition de l'amertume.

3° Sciences naturelles. — M. **M. Nicloux** fait un parallèle entre l'anesthésie par l'éther et par le chloroforme. Les quantités absolues d'éther contenues dans le sang sont plus grandes que celles de chloroforme. L'éther s'élimine, relativement, plus vite que le chloroforme. L'éther se répartit également entre les globules et le plasma, tandis que le chloroforme a une affinité élective pour les globules. — M. **A. Borrel** a observé un lymphosarcome du vagin et du pénis chez le chien inoculable par le coït, et en relation avec la présence de larves d'Acariens. — M. **M. Dupont** a reproduit sous forme de courant alternatif la série des vibrations qui correspondent à une série de sons musicaux et se propose d'étudier les effets physiologiques de ces courants musicaux rythmés. M. **A. d'Arsonval** rappelle que le nerf et le muscle répondent aux excitations électriques les plus variées et les plus compliquées. — M. **A. Giard**, à propos de l'autopsie de l'éléphant mort au Muséum, signale qu'il est bien établi que l'éléphant d'Asie ne possède pas de cavités pleurales ; le fait est moins certain pour l'éléphant d'Afrique et il y aurait lieu de le vérifier exactement. — M. **E. L. Bouvier** a étudié, sur diverses espèces de Crustacés de la mer des Antilles et du Pacifique, et qui devaient être identiques lorsque ces mers communiquaient, les modifications subies depuis l'émersion de l'isthme de Panama. Elles ont été tantôt à peu près nulles, tantôt simplement suffisantes pour produire des variétés, souvent assez grandes pour donner lieu à des espèces distinctes. — M. **H. Piéron** étudie les phénomènes d'adaptation biologique par anticipation rythmique. — M. **L. Joleaud** a constaté l'existence de l'Aquitanien marin dans la partie moyenne de la vallée du Rhône; cette vallée n'a donc pas échappé, comme on le pensait, à l'invasion marine de la fin des temps éogènes. — M. **F. Leprince-Ringuet** a effectué des mesures géothermiques dans plusieurs sondages du bassin du Pas-de-Calais. Le degré géothermique du Dévonien et du Silurien (56,6 m.) est bien supérieur à la moyenne (31 m.).

Séance du 18 Février 1907.

M. le Président fait part à l'Académie du décès de M. **Marcel Bertrand**, membre de la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. **Edm. Maillet** présente ses recherches sur les fonctions quasi-entières et quasi-méromorphes. — M. **P. Boutroux** étudie la croissance des intégrales des équations différentielles de premier ordre. — M. **G. Koenigs** décrit le mode de construction du rayon de courbure des courbes-enveloppes dans le mouvement le plus général d'un corps solide. — M. **G. Blum** présente un appareil simple reproduisant toutes les particularités de l'expérience de Foucault sur la rotation de la Terre. — M. **H. von Zeipel** a essayé d'appliquer la théorie cinétique des gaz à l'étude de la distribution des étoiles dans les amas polaires. — M. **G. Millochau** décrit un artifice qui permet de régler le spectrohéliographe, non seulement dans la région lumineuse ordinaire du spectre, mais encore dans les parties du spectre solaire que l'on peut observer oculairement par l'emploi des écrans colorés.

2° Sciences physiques. — MM. **G. Baume** et **D. E. Tsakalotos** ont étudié les variations de la tension de vapeur avec la température au voisinage du point d'ébullition sous la pression p; elles sont régies par la relation $dp/dT = 0{,}01\ Mp/E$, M étant le poids moléculaire et E la constante ébullioscopique. — M. **M. Berthelot** a constaté qu'il ne se produit absolument aucun équilibre stable entre l'azote et le carbone pur solide ou vaporisé sur le trajet de l'étincelle électrique. — M. **G. Lemoine** a observé que les vapeurs d'alcool éthylique anhydre, passant sur de la braise chauffée à 450°, sont dédoublées en aldéhyde et hydrogène. La braise accélère aussi catalytiquement la décomposition de l'eau oxygénée. — M. **V. Thomas**, en traitant par l'iode du magnésium en poudre placé dans un excès de différentes cétones ou de différents nitriles, a obtenu des combinaisons d'iodure magnésien avec ces composés organiques. — M. **Alb. Fournier** propose une méthode pour l'analyse par voie humide des sables aurifères; on leur ajoute un peu de MnO^2, puis HCl ; il se forme du Cl libre, qui dissout l'or. On dissout les chlorures dans l'alcool, précipite par H^2S et continue comme dans les méthodes ordinaires. — M. **J. B. Senderens**, en faisant passer des vapeurs d'alcool éthylique sur du carbone (noir animal) vers 400°, a obtenu de

l'éthylène, du méthane, H, CO et CO^2 ; avec l'alcool propylique, on obtient du propylène, de l'éthane, H et CO. Dans les deux cas, il se forme intermédiairement de l'aldéhyde formique. — M. G. **André** poursuit ses recherches sur la migration des principes solubles dans le végétal par l'étude des sucs retirés par expression des divers organes. — M. C. **Fleig** a constaté que l'acide formique et les formiates absorbés par l'organisme sont transformés partiellement par les tissus, qui les dédoublent ou les oxydent, avec formation de carbonates qui sont éliminés. — M. C. **Delezenne** a reconnu que l'activation du suc pancréatique par les sels de calcium se produit toujours brusquement et présente les caractères d'un véritable phénomène explosif.

3° Sciences naturelles. — MM. A. **Charrin** et **Lévy-Franckel** montrent que le sérum antidiphtérique, injecté à des lapins, n'agit que pendant la durée de sa présence ; au contraire, la toxine diphtérique provoque une réaction qui confère aux cellules le pouvoir d'élaborer des anticorps d'une façon durable. — MM. G. **Marinesco** et M. **Goldstein** : Sur la transplantation des ganglions nerveux (voir p. 194). — M. Y. **Manouélian** a observé que, dans la sénilité ou les états pathologiques, quand la cellule nerveuse se trouve atteinte dans sa vitalité, les cellules satellites se multiplient, l'attaquent, pénètrent dans son intérieur, la dévorent et la détruisent. — MM. Ch. **Nicolle** et **Pinoy** signalent un nouveau cas de mycétome à grain noir dans lequel le champignon a fructifié à l'intérieur même des tissus chez l'homme. — M. J. **Kunckel d'Herculais** montre l'extension d'une petite mouche, l'*Anthomyia ciliercura*, dont la larve est une des plus grandes destructrices des œufs de sauterelles ; cette larve n'a d'ailleurs pas un régime animal exclusif, car elle peut être végétarienne. — M. Ch. **Janet** a constaté que, chez les reines des fourmis, la dégénérescence des muscles vibrateurs du vol se produit par histolyse, sans aucune intervention de phagocytose. — M. Ph. **Glangeaud** distingue, dans la chaîne des Puys, des volcans formés de roches acides (volcans domitiques) et des volcans à cratère plus récents, ayant donné des coulées de roches plus basiques. — M. J. **Thoulet** a étudié une série de fonds sous-marins recueillis entre Madagascar, la Réunion et l'île Maurice.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Février 1907.

M. A. V. **Cornil** signale deux cas de tuberculose musculaire : une tuberculose scléreuse du muscle masséter et une myosite tuberculeuse suppurée avec abcès froid. — M. **Kermorgant** rappelle que le paludisme a pris, en 1906, sur les hauts plateaux de Madagascar, plus spécialement en Emyrne, aux environs immédiats de Tananarive, une extension sans précédent et une allure véritablement épidémique. La lutte anticulicidienne proprement dite n'a pu être entreprise, en raison de l'impossibilité de pétroler les rizières dont la contrée tire sa subsistance et des difficultés insurmontables que présente la protection mécanique des habitations. La quinothérapie a été la seule arme employée pour lutter contre l'épidémie ; elle a donné des résultats remarquables dans tous les milieux où elle a été appliquée d'une façon continue. Elle ne s'est montrée inefficace que dans la population civile indigène, à cause de son peu de résistance et de la quantité insuffisante de quinine mise à sa disposition. La gravité des atteintes du paludisme paraît avoir été commandée par l'état de misère physiologique de la population et aussi par les troubles profonds apportés dans les conditions d'existence de l'indigène par l'occupation française.

Séance du 26 Février 1907.

M. le Président annonce le décès de M. H. **Moissan**, membre de l'Académie. — M. H. **Vincent** est élu membre dans la Section d'Hygiène publique, Médecine légale et Police médicale.

M. **Chauvel** présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **Armaignac** concernant une échelle optométrique polyoptotypique, qui permet de déterminer l'acuité visuelle de l'œil avec une précision suffisante pour confondre les simulateurs. — M. A. **Laveran** communique un Rapport sur deux travaux : l'un, de MM. **Thiroux** et d'**Anfreville**, relatif à la maladie du sommeil au Sénégal, l'autre, de M. L. **Martin**, concernant cinq nouveaux cas de trypanosomiase chez des blancs. Les malades de MM. Thiroux et d'Anfreville ont été traités par l'atoxyle ; deux sont morts, mais un jeune noir, leur paraît être guéri, car les symptômes morbides ont disparu et l'on ne trouve plus de trypanosomes dans le liquide cérébro-spinal. Les malades de M. Martin ont été également traités par l'atoxyle ; on a constaté de grandes améliorations, mais, à plusieurs reprises, on a vu réapparaître les accidents et les trypanosomes dans le sang, après interruption du traitement. — M. **Decréquy** donne lecture d'un travail sur l'emploi de la photothérapie au cours d'une ostéite des parois de la caisse.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 16 Février 1907.

M. Cl. **Gautier** a constaté que la soie de *Saturnia Yama-Maï*, retirée directement de l'animal et non souillée de ses déjections, est verte et ne présente pas de cristaux de chloroyamamaïne. — MM. M. **Breton** et G. **Petit** ont reconnu que l'anthracose pulmonaire par voie digestive est facilement réalisable chez le cobaye jeune, rendu préalablement tuberculeux par cette même voie digestive, le ganglion mésentérique tuberculeux ne retenant plus les particules ingérées. — M. H. **Cousin** montre que la céphaline donne les mêmes produits de saponification que les lécithines : un acide glycéro-phosphorique, des acides gras et de la choline. — M. N. **Fiessinger** a étudié les lésions rénales, hépatiques et intestinales au cours de l'intoxication mercurielle massive ; elles peuvent apparaître très rapidement et il n'existe aucun rapport entre la durée de l'intoxication et l'intensité des lésions. — M. R. **Dubois**, en évaporant la solution alcoolique des glandes à pourpre du *Murex brandaris*, a obtenu des fibrilles qui présentent de grandes analogies avec les fibrilles musculaires : stries noires et blanches entre nicols croisés. — MM. **Léopold-Lévi** et H. **de Rothschild** attirent l'attention sur une fonction du corps thyroïde qu'ils appellent *orégogène*, c'est-à-dire qui actionne divers appétits. L'administration d'extrait thyroïde a relevé, dans de nombreux cas, l'appétit alimentaire, l'appétit intellectuel, l'appétit sexuel. — MM. L. **Ribadeau-Dumas** et **Poisot** ont observé un hérédo-syphilitique présentant les manifestations multiples d'une syphilis viscérale très accentuée ; on a retrouvé le *Spirochæte pallida* dans tous les organes. — M. P. **Remlinger** estime que le virus rabique, déposé accidentellement ou expérimentalement en un point du corps de l'homme ou de l'animal, atteint les centres nerveux plus souvent qu'on ne le croit, mais peut demeurer très longtemps dans le cerveau à l'état de vie latente, pour se réveiller ensuite sous l'influence d'un traumatisme ou d'une émotion. — M. J. **Baylac** a constaté que les liquides d'huîtres renferment : de l'albumine, de l'urée et des sels ammoniacaux, des phosphates, des sulfates, des chlorures, Na, Mg, K, Si, etc. — M. **Guerbet** a reconnu que les sulfo-éthers urinaires sont sensiblement proportionnels à l'azote total éliminé ; le rapport normal des premiers au second est de 1,4 %. — M. P. **Salmon** a inoculé du virus syphilitique à 8 syphilitiques tertiaires ; il a obtenu six insuccès et deux résultats positifs de nature contestable. Il semble donc que le syphilitique possède une immunité cutanée absolue contre une réinfection venue du dehors. — M. H. **Lams** communique ses recherches sur la biologie sexuelle d'un

Gastéropode pulmoné, l'*Arion empiricorum*. — M. R. **Legendre** a étudié par les méthodes neurofibrillaires les varicosités des dendrites des cellules nerveuses. Elles ne semblent pas normales, ni dues à une altération *post-mortem*. — M. E. **Faurié-Frémiet** décrit la structure de l'appareil basilaire chez les *Opercularia*. — MM. J. **Basset** et H. **Carré** déduisent de leurs expériences que la muqueuse intestinale normale ne se laisse pas traverser par les particules solides, inertes ou vivantes, incapables de la léser. — MM. Ch. **Aubertin** et L. **Ambard** ont provoqué, par des injections intraveineuses de sécrétine, une éosinophilie intestinale. — MM. L. **Ambard**, M. E. **Binet** et G. **Stodel** ont constaté sur le chien que, dans les matières fécales ordinaires, l'amylase est en quantité très constante et très faible; dans le liquide de purgation, l'amylase est en quantité 16 ou 20 fois plus grande.

Séance du 23 Février 1907.

M. J. **Baylac** montre que la toxicité des liquides d'huîtres appartient en propre à ces animaux; elle est indépendante de l'eau dans laquelle ils vivent. — MM. M. **Doyon**, Cl. **Gautier** et A. **Morel** ont constaté que l'extrait éthéré diminue dans le sang conservé aseptiquement à l'étuve. — M. M. **Weinberg** a reconnu que les tumeurs gastriques à Spiroptères qu'on observe chez le cheval sont le produit du transport des microbes dans les tissus de l'organisme par des Helminthes. — M. J. **Nageotte** a poursuivi ses recherches sur la greffe des ganglions rachidiens et explique le mécanisme de certaines formations observées. — M. G. **Bohn** a constaté que l'épanouissement des Actinies, non seulement se produit d'autant plus facilement, mais encore dure d'autant plus longtemps que l'éclairement passé a été plus considérable. — MM. R. **Cambier** et A. **Giraud** montrent que le zimphène (acide *m*-oxycyano-cinnamique) ouit d'un pouvoir antiseptique relativement élevé, d'autant plus précieux que c'est une substance non toxique et non irritante. — M. F. **Battelli** et Mlle L. **Stern** ont étudié l'action d'un certain nombre de substances sur l'activité respiratoire des tissus animaux isolés; l'aldéhyde salicylique, l'arsénite et le persulfate de Na la diminuent considérablement. — M. C. **Fleig** a observé que le formiate de soude provoque chez l'animal la vaso-dilatation du foie, du rein et du cerveau; la formaldéhyde en injection exerce une vaso-constriction intense sur le rein, bientôt suivie d'une puissante vaso-dilatation progressive. — M. J. **Cluzet** décrit une méthode, basée sur l'emploi des condensateurs, pour déterminer la formule d'excitation d'un nerf ou d'un muscle. — M. E. P. **Fortin** indique les aspects de certains éléments du corps vitré qu'on peut observer par vision entoptique. — M. A. **Ranc** a extrait de la bilirubine du plasma du sang de cheval. — M. H. **Piéron** se propose d'étudier la question physiologique du sommeil par une méthode qui consiste à attendre l'apparition du besoin impératif de sommeil en empêchant des chiens de dormir sans les fatiguer. — M. R. **Dubois** a trouvé au centre d'une jeune perle un grand nombre de cellules qui paraissent être celles d'un sporozoaire parasite enkysté; il y a lieu de se demander si ce n'est pas ce parasite qui est l'origine de la production de la perle. — MM. R. **Legendre** et H. **Piéron** ont observé certaines modifications des cellules de l'écorce cérébrale qui paraissent être en rapport direct avec l'état d'insomnie expérimentale provoqué chez deux chiens. — M. H. **Iscovesco** a constaté que les globules sanguins des brightiques ont une résistance fort diminuée et leur sérum un pouvoir hémolysant considérable; l'administration de sels de Ca augmente la résistance globulaire et diminue le pouvoir hémolysant. — MM. L. C. **Maillard** et F. **Vlès** ont trouvé, dans le stylet cristallin du *Cardium edule*, une substance réduisant la liqueur de Fehling. — MM. A. **Mayer** et E. F. **Terroine** montrent que les albumines précipitées par l'alcool peuvent s'y redissoudre en présence de certains électrolytes.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 5 Février 1907.

MM. **Verger** et **Brandeis** ont reconnu que, dans l'infection staphylococcique expérimentale des nerfs, les lésions parenchymateuses sont de peu d'importance en regard des lésions interstitielles. — M. C. **Sauvageau** a constaté l'existence de l'*Aglaozonia melanoid* à Banyuls sur-mer, dans la Méditerranée; il a également récolté à cet endroit le *Nemoderma tingitana*, jusqu'alors connu seulement aux environs de Tanger. — MM. J. **Bergonié** et L. **Tribondeau** ont observé, après l'irradiation de l'ovaire par les rayons X, une atrophie de la glande interstitielle caractérisée : 1° par la diminution de son volume total; 2° par l'écartement plus grand des nodules qui la constituent; 3° par le rabougrissement des éléments cellulaires. — M. J. **Kunstler** a observé un cas de castration d'un lièvre par des lapins qui lui mangèrent les testicules; c'est en partie à ce fait qu'on peut attribuer la disparition du lièvre devant le lapin. — M. A. **Gauducheau** a isolé des eaux d'un puits, près d'Hanoï, un bacille violet pathogène.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 19 Février 1907.

MM. H. **van Gaver** et P. **Stephan** poursuivent leurs recherches chez le *Saccocirrus papillocercus*. — M. **de Keating-Hort** a constaté que les longues étincelles de haute fréquence et de haute tension ont, sur les tissus, une action destructive à haute dose, vaso-constrictive énergique à dose moindre. Elles ont une action élective sur les tissus anormaux. — M. L. **Perdrix** présente un appareil pour la désinfection rapide des livrets de caisse d'épargne par l'aldéhyde formique à température élevée. — M. A. **Briot** a observé que les mélanges de présure et d'antiprésure ne se neutralisent qu'après une heure au moins de contact.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Février 1907.

M. **Victor Henri** a étudié la *coagulation du latex de caoutchouc et les propriétés élastiques du caoutchouc pur*: 1° *Agents coagulants*. Le latex de caoutchouc est un liquide blanc laiteux plus ou moins épais; il contient en solution des cristalloïdes en quantité variable; au microscope, on voit un grand nombre de globules ronds ou ovales de 1μ à 2μ de diamètre, agités de mouvements browniens très intenses. Le nombre de ces globules de caoutchouc varie de 20 à 100 millions par millimètre cube. Sous l'influence de toute une série d'agents différents (chaleur, alcools, acétone, acides, sels, etc.), le latex se coagule, les globules se réunissent et se séparent du liquide dans lequel ils étaient suspendus. On obtient un caillot qui est élastique; ce caillot desséché donne le caoutchouc bien connu. Si l'on place du latex d'*Hevea* dialysé dans un tube en U dans lequel plongent deux électrodes entre lesquelles on établit une différence de potentiels de 110 volts, on voit la branche négative du tube en U s'éclaircir et les globules du caoutchouc s'accumuler dans la branche positive; par conséquent, les globules de caoutchouc sont chargés négativement par rapport au liquide. Le latex, doit donc être rapproché des colloïdes négatifs. En étudiant l'action des différents électrolytes sur le latex, on trouve que les corps précipitants et coagulants sont les mêmes que ceux qui agissent sur les colloïdes négatifs en général, c'est-à-dire que ce sont les ions positifs qui déterminent la coagulation du latex. De même que pour les colloïdes, ce sont les ions H+ et les ions des métaux bi et trivalents qui sont surtout actifs. Le latex de caoutchouc est coagulé par les acides et les sels des métaux bi et trivalents. Il est également coagulé par les colloïdes positifs, par exemple l'hydrate de fer colloïdal. 2° *Aspects des coagula*. Lorsqu'on provoque la coagulation du latex, on

obtient des caillots de consistance et d'aspect très variables suivant les coagulants. Ainsi certains coagulants, tels que $CaCl^2$ additionné d'une trace de soude, provoquent la formation de flocons qui tombent au fond du vase, mais qui restent bien isolés, sans s'accoler entre eux. Si l'on recueille ces flocons, qu'on les presse et qu'on dessèche, on obtient un coagulum friable, cassant, non élastique. Avec d'autres coagulants, par exemple $CaCl^2$ additionné d'une trace d'acide, on voit la formation de caillot compact, très élastique; les différents flocons, à mesure qu'ils se forment, se collent entre eux. Le caillot desséché est très élastique. D'une manière générale, si le milieu est alcalin, on obtient des flocons isolés, tandis que, s'il est acide, on a un réseau élastique. L'étude microscopique du latex au moment de sa coagulation montre que, dans un milieu alcalin, les globules se réunissent en formant des amas irréguliers dispersés dans le champ du microscope; au contraire, en milieu acide, on voit les globules se réunir suivant des lignes absolument rectilignes, formant des chapelets, de sorte que la préparation microscopique présente bien l'aspect d'un réseau. 3° *Elasticité du caoutchouc obtenu.* Des bandes de caoutchouc desséché étaient étudiées par des tractions, et l'auteur a tracé les courbes de traction pour chacune. Le résultat général qui ressort de cette étude est que *l'élasticité et la résistance d'un caoutchouc dépendent directement du mode de coagulation du latex.* Le même latex, coagulé par des agents différents, peut donner des caoutchoucs dont la résistance à la rupture varie dans des proportions très fortes. Ces différences des propriétés élastiques ne s'observent pas seulement sur le caoutchouc directement; elles persistent aussi après la vulcanisation au bain de soufre de ce caoutchouc. En dehors de l'intérêt théorique qui a guidé ces recherches, les résultats précédents présentent un intérêt pratique; on sait, par exemple, que le caoutchouc de Ceylan est fourni par du latex d'*Hevea*, comme celui du Para; mais, à Ceylan, la coagulation est faite par l'acide acétique, tandis que c'est le fumage qui est employé en Amazonie; il est donc possible que l'infériorité du Para de Ceylan par rapport au Para de l'Amazone soit due uniquement à une différence du mode de coagulation. — **M. Chassagny** décrit un *appareil destiné à l'étude graphique de la composition des vibrations circulaires.* Cet appareil se compose essentiellement de deux axes verticaux situés dans le prolongement l'un de l'autre. Les extrémités de ces deux axes qui se trouvent en regard sont munies de deux manivelles qui se terminent par des œillets. Dans les deux œillets passe librement une broche rectiligne, dont un point P est assujetti à rester constamment sur un même plan horizontal. Lorsque les axes tournent d'un mouvement uniforme, le point P participe à la fois aux deux mouvements et suit sur son plan la trajectoire résultante des vibrations circulaires que lui imprimerait isolément chacun des axes. Pour éviter la nécessité de rotations uniformes difficiles à réaliser, on élimine mécaniquement le temps en soumettant les deux axes à la même commande. Cette commande simultanée s'obtient à l'aide de courroies directes ou croisées, qui passent, d'une part, sur des poulies montées sur les deux axes et, d'autre part, sur d'autres poulies montées sur un arbre moteur parallèle aux deux axes. En disposant du diamètre des poulies, de la longueur des manivelles et de leur angle initial, on fait varier les conditions de période, d'amplitude et de phases des vibrations composantes. — **M. Marcel Moullin** : *Sur les égaliseurs de potentiel.* On emploie couramment, en météorologie, comme égaliseurs de potentiel, des flammes, des mèches et, depuis quelques années, des sels de radium. M. Moullin a étudié le fonctionnement de ces collecteurs en les plaçant dans un champ électrique obtenu, à l'aide d'une batterie de petits accumulateurs, entre deux plateaux conducteurs parallèles. L'étude de la déformation du champ à l'aide d'un appareil à écoulement d'eau permettait de déterminer l'origine des perturbations (accumulation d'ions, écarts entre le potentiel mesuré et le potentiel qui correspondrait à la position du collecteur). Les indications de ces égalisateurs de potentiel ont été ensuite comparées aux indications données par l'écoulement d'eau, dans le vent, en les plaçant dans un champ électrique constant, établi entre le plancher métallique de la deuxième plate-forme de la tour Eiffel et une surface grillagée de 90 millimètres carrés de superficie suspendue à $4^m,10$ au-dessus (champ, 112 v. p. m.). *Sels de radium.* Collecteurs en forme de disques recouverts sur l'une de leurs faces de sulfate radifère collé à l'aide de vernis (Armet de Lisle). Si le disque est placé perpendiculairement aux lignes de force, il y a, en l'absence du vent, une perturbation due à une accumulation d'ions, surtout importante du côté inactif, et qui devient négligeable quand le vent atteint une vitesse de l'ordre du mètre. De plus, les ions ramenés par le vent sur la perche isolée qui soutient le collecteur peuvent donner lieu à une fuite. Cette fuite intervient seule quand le disque est parallèle aux lignes de force et si le vent souffle bien horizontalement, sans tourbillons. Le disque devra donc être disposé verticalement, le coté inactif tourné vers la perche et disposé, de préférence, de façon que le vent vienne de l'arrière. *Flammes.* Les flammes indiquent, en l'absence de vent, le potentiel d'une région située 20 centimètres à 30 centimètres plus haut. Cet écart diminue avec le vent et il est dû à une accumulation de charges dans la flamme par suite de l'inégale vitesse des ions entraînés à la fois par le champ et les gaz chauds. La lampe d'Exner, quand elle file, ne présente pas, jusqu'à extinction, d'erreur variable avec le vent. *Mèches au nitrate de plomb.* La seule perturbation provient de ce qu'elles se chargent positivement, même en l'absence de champ. Cette charge provient d'une émission de charges négatives pendant la décomposition du nitrate de plomb. Elle n'est importante que pour les mèches obtenues avec une solution concentrée; elle est nulle pour des solutions à 5 ou 2 %, qui donnent des mèches qui se mettent bien en équilibre à l'air libre ou dans le vent. Les mèches se recommandent pour les mesures absolues; les sels de radium seront utilisés pour les installations portatives destinées à faire des mesures suivies ou même pour les installations fixes, s'il est possible de se placer dans les conditions indiquées.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 8 Février 1907.

M. Binet du Jassonneix communique les résultats de ses recherches sur les combinaisons du bore avec le chrome et le molybdène. — **M. P. Freundler**, à propos d'un récent travail de M. Wohl, rappelle ses recherches, entreprises depuis plus de deux ans, sur les dérivés dihalogénés de l'aldéhyde acétique. Il a obtenu, au cours de ces recherches, l'oxyde éthylique de l'alcool αα-dichlorisopropylique $CHCl^2.CH(OC^2H^5).CH^3$; ce dernier, étant chauffé avec de l'oxyde de plomb et de l'eau, fournit, non pas de l'aldéhyde éthyl-lactique, mais du chlorure d'éthyle et de l'acide propionique. M. Freundler se réserve de continuer ces recherches. — **M. Bouveault** présente une note de **M. Cuniasse** sur la caractérisation de l'essence d'absinthe. — **M. G. Darzens** communique un ensemble de recherches sur l'hydrogénation catalytique des éthers-sels non saturés. Les éthers-sels des acides gras non saturés du type $C^nH^{2n}—^2O^2$ s'hydrogènent régulièrement et facilement pour donner les éthers-sels saturés correspondants. Cette hydrogénation s'effectue quelle que soit la position de la double liaison; c'est ainsi que le diméthylacrylate d'éthyle donne l'isovalérianate d'éthyle et que l'undécylénate d'éthyle donne l'éther undécylique. Les éthers des acides non saturés aromatiques s'hydrogènent également, et il est à remarquer que, dans cette réaction, le noyau aromatique résiste à l'hydrogéna-

tion; c'est ainsi que le cinnamate de méthyle donne seulement le phénylpropionate de méthyle. Il en est tout autrement lorsque le noyau aromatique est déjà partiellement hydrogéné. L'acide tétrahydrobenzoïque donne l'acide hexahydrobenzoïque; l'acide cyclohexénacétique donne l'acide hexahydrophénylacétique. — M. **R. Locquin** expose comment il a réalisé le dédoublement en ses deux inverses optiques de l'un des deux *acides α-amino-méthyléthylpropioniques* racémiques prévus par la théorie et dont M. Bouveault et lui ont récemment donné une méthode de préparation synthétique. Ce dédoublement s'obtient par l'intermédiaire des sels de brucine du dérivé formylé correspondant, en suivant la marche indiquée par E. Fischer. Le sel de la combinaison lévogyre se dépose le premier. Les eaux-mères fournissent la combinaison dextrogyre. Les *dérivés formylés actifs* fondent à 157°; en solution alcoolique renfermant 10 °/₀ environ de substance, $(\alpha)_D^{20} = -27°76$ et $+28°26$. Les *acides α-aminés correspondants* fondent vers 185° en se décomposant; en solution aqueuse renfermant 3,10 °/₀ environ de substance, $(\alpha)_D^{20} = -10°55$ et $+11°29$. La comparaison de ces différents résultats avec ceux qu'a donnés M. Ehrlich, au sujet d'une nouvelle leucine extraite des résidus des mélasses de betteraves, permet de conclure à l'identité de l'acide α-amino-méthyl-éthylpropionique, préparé synthétiquement par MM. Bouveault et Locquin, avec l'*isoleucine* de M. Ehrlich. — M. **E. Rengade** expose les résultats de ses recherches sur les protoxydes anhydres des métaux alcalins. Il a pu préparer ces corps à l'état de pureté parfaite et bien cristallisés, en combinant le métal correspondant avec une quantité insuffisante d'oxygène et distillant ensuite dans le vide absolu l'excès de métal alcalin. Les composés Cs^2O, Rb^2O, K^2O, Na^2O ainsi obtenus se combinent à l'eau avec violence. Ils sont réduits par l'hydrogène au-dessous de 200°, avec formation d'un mélange équimoléculaire d'hydrate et d'hydrure. En élevant ensuite la température jusqu'à 300°, dans le vide, l'hydrure se dissocie avec dégagement d'hydrogène et volatilisation de métal. L'ammoniac liquéfié réagit également sur ces protoxydes et les décompose d'abord en métal et bioxyde, qui réagissent l'un sur l'autre en fixant une molécule d'ammoniac pour donner, finalement, un mélange d'amidure et d'hydrate.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 22 Novembre 1906 (fin).

MM. **L. Hill** et **M. Greenwood** poursuivent leurs recherches relatives à l'*influence de l'augmentation de pression barométrique sur l'homme*. En ce qui concerne l'absorption des gaz par les fluides tissulaires, ils arrivent aux conclusions suivantes : 1° les fluides du corps de l'homme exposés à l'air comprimé absorbent l'azote d'accord avec la loi de Dalton; 2° la saturation des fluides du corps est atteinte après une exposition à des pressions de 30 à 45 livres pendant dix à quinze minutes; 3° même avec une vitesse de décompression de vingt minutes par atmosphère, l'équilibre entre l'azote dissous et celui de l'atmosphère n'est pas complet quinze minutes après la décompression. — MM. **F. A. Bainbridge** et **A. P. Beddard** : *Le rapport des reins avec le métabolisme*. On a étudié les effets produits par l'enlèvement de la plus grande partie du rein chez les chats; on enleva une partie d'un rein à la première opération et, quelques semaines plus tard, on enleva le rein opposé. Après la deuxième opération, les animaux refusèrent la nourriture et perdirent de leur poids, mais pas plus rapidement que des chats normaux privés de nourriture pendant vingt-quatre heures. Les auteurs n'ont pas observé invariablement l'augmentation de l'élimination d'azote urinaire indiquée par Bradford; mais, chez quelques chats, qui refusèrent la nourriture après la deuxième opération, l'élimination de l'azote augmenta, cependant pas en aussi grande quantité qu'avant la deuxième opération. De plus, l'élimination de l'azote urinaire n'a pas augmenté avant que les animaux aient perdu environ 25 °/₀ du poids de leur corps. Une augmentation semblable d'azote a été observée par un grand nombre de savants chez des animaux normaux, lorque la graisse de leur corps avait été grandement utilisée et que l'énergie devait être procurée par une augmentation du katabolisme des protéides. Par conséquent, on peut conclure que l'augmentation de l'élimination de l'azote observée chez les chats privés des trois quarts ou plus de leurs reins est le résultat de l'inanition; on n'a obtenu aucune preuve de l'influence directe des reins sur le métabolisme azoté. Bradford a trouvé que les chiens, après excision d'une partie d'un rein, sont apparemment incapables de laisser passer une urine concentrée. Les auteurs ont trouvé cependant que, dans les mêmes conditions, les chats peuvent laisser passer une urine concentrée, et que sa quantité n'est guère supérieure à la normale. Même après la seconde opération, l'urine n'est pas en quantité excessive ou notablement diluée. La rétention de l'azote s'est produite toujours après la première opération, et chez un animal après la deuxième opération aussi. L'analyse, par la méthode de Schryver, du sang, du foie et des muscles, a montré, par comparaison avec des animaux normaux, une augmentation marquée, non seulement dans la quantité actuelle de l'azote résiduel dans ces organes, spécialement le foie, mais aussi dans son pourcentage relativement à l'azote total. — — M. **A. Sedgwick** : Etudes sur le développement de la néphridie larvaire. II. Le *Polygordius*. — M. **R. H. Lock** présente ses recherches sur l'hérédité de certains caractères invisibles chez les pois.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 8 Février 1907.

La Société procède au renouvellement de son Bureau pour l'année 1907. Sont élus :

Président : M. **J. Perry**;

Vice-présidents : MM. **C. Chree**, **H. M. Elder**, **J. A. Fleming** et **W. Watson**;

Secrétaires : MM. **W. R. Cooper** et **W. Cassie**;

Trésorier : M. **H. L. Callendar**;

Bibliothécaire : M. **W. Watson**.

M. **A. Russell** présente un travail sur le champ magnétique et les coefficients d'inductance des courants circulaires, cylindriques et hélicoïdaux. Il donne la formule pour la force magnétique près d'un courant circulaire, puis il montre comment la self-inductance d'un anneau de fil et l'inductance mutuelle entre deux filaments circulaires coaxiaux peuvent être trouvées sans l'emploi du théorème de Neumann. Par la méthode de Kelvin, les résultats obtenus peuvent être appliqués au problème correspondant du filament vortex simple en Hydrodynamique. Puis l'auteur donne, à la fois sous forme d'intégrales elliptiques et sous forme de série algébrique, la formule exacte pour l'inductance mutuelle entre une feuille de courant cylindrique et un filament de courant hélicoïdal coaxial. La formule de Lorentz pour la self-inductance est un cas particulier de la formule de l'auteur pour l'inductance mutuelle, et la formule de Lord Rayleigh est un cas particulier de la formule de Lorentz. Quand la longueur de l'hélice est plus du double de son diamètre et que le pas de l'hélice est faible, la self-inductance est donnée par la formule :

$$L = 2^2 \frac{a^2}{h} N^2 \left[1 - \frac{4a}{3\pi h} + \frac{a^2}{8h^2} - \frac{a^4}{64h^4} \right],$$

où N est le nombre de tours, $2a$ le diamètre et $2h$ la longueur axiale.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 6 30 MARS 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Marcel Bertrand et son œuvre géologique. — La Géologie française, plus spécialement celle des Alpes, vient d'être cruellement frappée par la mort prématurée, survenue le 13 février 1907, d'un de nos maîtres les plus éminents : Marcel Bertrand Fils du célèbre mathématicien Joseph Bertrand, membre de l'Académie française et Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, il soutint dignement la lourde charge d'un nom aussi illustre et, comme l'a dit M. Henri Becquerel, non seulement il le porta sans défaillance, mais réussit à y ajouter un nouvel éclat.

Né le 2 juillet 1847, Marcel Bertrand passa par l'École Polytechnique de 1867 à 1869 et en sortit comme ingénieur des Mines, pour être attaché, quelques années plus tard, au Service de la Carte géologique de France. Nommé en 1886 professeur de Géologie à l'École nationale des Mines, il sut donner à son enseignement une ampleur magistrale, en s'attachant surtout à reconstituer l'histoire des chaînes de montagnes. Élu en 1896 membre de l'Académie des Sciences à la place de Pasteur, il multiplia ses travaux qui, tous, sont marqués d'une puissante originalité ; ils le placent au premier rang des tectoniciens.

Comme collaborateur du Service de la Carte géologique, il eut à s'occuper du Jura, de la Basse-Provence et des Alpes. Nous le suivrons dans ses études sur chacune de ces régions, où il apporta un contingent d'observations nouvelles et de vues synthétiques ayant fait époque dans la Science, et dont devront tenir compte tous ceux qui, après lui, auront à s'en occuper.

A l'époque où Bertrand fut chargé d'établir la carte d'une partie importante des massifs jurassiens (feuilles de Gray, Saint-Claude et Lons-le-Saulnier), les terrains jurassiques supérieurs de ces massifs n'avaient été l'objet d'aucune étude de détail. Les idées les plus contradictoires régnaient au sujet de leur classification. En suivant les couches pas à pas, et grâce à la théorie des faciès, dont l'initiateur avait été Grestly, il arriva à démontrer qu'entre Gray et Saint-Claude le faciès et la faune coralligène se développent, suivant les points, à des niveaux différents. Il pouvait distinguer une *oolithe rauracienne*, une *oolithe astartienne* et une *oolithe virgulienne*. Comme le fit ressortir M. Henri Douvillé, c'était là un résultat d'une extrême importance, qui permettait d'établir un synchronisme exact entre les assises du bassin parisien et celles du bassin méditerranéen.

Ces résultats furent acceptés par tous, deux ans plus tard (1885), lors d'une réunion extraordinaire de la Société Géologique dans le Jura, réunion que Marcel Bertrand présida avec une autorité et un savoir indiscutables.

Entre temps (1884), il avait publié un Mémoire qui passa presque inaperçu, bien que portant en germe l'explication des phénomènes orogéniques. C'était une Notice *sur les rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord*. Au lieu d'expliquer la structure des premières par deux grands plis inclinés, l'un vers le Nord et l'autre vers le Sud, il considérait cette disposition comme due à un pli unique. Il supposait que le pli septentrional n'est pas un véritable pli, ayant racine en profondeur, mais seulement une *masse charriée* par le déroulement du pli méridional.

Ces *phénomènes de recouvrement*, comme les appela l'éminent géologue, ne sont pas spéciaux, ajoutait-il, aux Alpes de Glaris Ils se retrouvent à l'Est jusque dans le Tyrol (Rhäticon), et en Savoie ils se poursuivent jusqu'aux environs de Faverges. Cette Communication, qui fut discutée et n'eut pas le retentissement mérité, devait révolutionner la Tectonique et donner la clef de la structure de la plus grande partie du front septentrional des Alpes.

Peu après, Bertrand abordait l'étude de la Basse-Provence; là encore il marquait son empreinte d'une façon indélébile, en montrant que cette contrée, considérée avant lui comme peu « disloquée », est, en réalité, un pays où les phénomènes de plissement ont eu une intensité exceptionnelle. A ce point de vue, la région du Beausset (Var), entre Toulon et Marseille, est particulièrement curieuse. Les assises qui s'y montrent sont disposées en un large pli synclinal, où les bancs crétacés sont concordants entre eux, ainsi qu'avec le Jurassique sous-jacent. Dans ce bassin d'apparence si régulière existe, cependant, une singulière anomalie : la colline qui s'élève au Sud du

Beausset a ses sommets formés de terrains anciens (Trias et Infralias). Ces terrains étaient regardés comme les restes d'un ancien récif, ayant existé au milieu de la mer crétacée. Le savant géologue s'inscrivait en faux contre cette manière de voir; il démontrait que *le Trias est en réalité superposé au Crétacé*, faisant partie d'une masse autrefois *poussée* sur ce Crétacé, puis ensuite isolée de sa racine par dénudation. En un mot, on avait affaire ici à un véritable *lambeau de recouvrement*.

Ce n'est pas tout. L'éminent maître pouvait encore démontrer que le Crétacé forme un *pli couché* vers le Nord, tandis que le Trias forme un autre pli, dont le sommet est également au Nord, et qui se rattache aux plis méridionaux du bassin.

Ces divers phénomènes sont dus à une même cause : à des *refoulements*, en tout semblables à ceux des Alpes de Glaris ainsi qu'à ceux de la région du Nord, bien que ces derniers soient d'un autre âge.

Dans un Mémoire rédigé dix ans plus tard (1898), et consacré au bassin de Fuveau, il cherchait encore à démontrer que des analogies de structure existent entre la bordure de ce bassin et celle de la contrée houillère franco-belge.

Enfin, nous ajouterons que, dans une remarquable étude publiée dans les *Bulletins du Service de la carte*, en 1899, il résumait ses divers travaux sur la Basse-Provence, en avançant qu'il aurait existé sur tout le Nord de cette région une grande nappe de terrains charriés horizontalement, et que cette nappe aurait été plissée ultérieurement avec le substratum[1].

En 1890, Charles Lory, l'un des maîtres incontestés de la Géologie française, nous était brusquement enlevé, laissant inachevées plusieurs cartes géologiques de nos massifs alpins. A la tête des collaborateurs qui furent désignés pour continuer l'œuvre du regretté professeur de Grenoble fut placé Marcel Bertrand, et « nul aujourd'hui, dirons-nous avec M. Kilian, ne peut parler des Alpes françaises sans rappeler l'œuvre de cet éminent géologue »[2]. Au nombre des questions restées en suspens se trouvait celle de l'âge des « Schistes lustrés ». Ces schistes avaient été classés dans le Trias par Ch. Lory, tandis que nos confrères italiens, MM. Zaccagna et Mattirolo, les considéraient comme antérieurs à la formation houillère. Rallié tout d'abord à cette dernière interprétation, Bertrand l'abandonnait bientôt en publiant un important Mémoire qui ouvrait une voie sûre à nos recherches, car il établissait d'une façon définitive que les schistes sont d'âge secondaire. Cette attribution a été confirmée par des découvertes récentes de fossiles, faites tant en Italie qu'en Suisse. Cette importante question résolue, il pouvait continuer utilement ses courses en Maurienne et Tarentaise (Savoie). Il en publia les résultats, dès 1894, dans une Notice de tous points remarquable, et dont la plupart des données ont été confirmées par les travaux ultérieurs.

Le trait caractéristique de la structure des Alpes françaises, conclut-il, est la *structure en éventail composé*. Les plis de l'Ouest se couchent vers la France, ceux de l'Est vers l'Italie. La zone des terrains houillers, de Bourg-Saint-Maurice à Briançon, est le centre de l'éventail et l'axe des plissements. Un phénomène remarquable, que présente le pli médian, est de s'ouvrir autour d'une amande synclinale formant le « Mont-Jovet », et plus loin, à partir de Sainte-Foy, autour d'une autre amande de structure analogue, « La Grande-Sassière ».

Les plis situés à l'Est de la bande houillère sont sinueux. Cette structure serait due à l'interposition de lentilles allongées dans le sens de la direction. Ces lentilles, le plus souvent, sont des noyaux anticlinaux, accidentés de plis ne se prolongeant pas au delà de la lentille. Bertrand proposait, à juste titre, pour cette structure le nom d'*amygdaloïde*. On peut citer comme type les massifs de la Vanoise, du Mont-Pourri et surtout du Mont-Blanc.

Dans un Mémoire postérieur, paru en 1896, le savant professeur — avec lequel, en compagnie de M. Kilian, nous avions fait un certain nombre d'excursions — donnait une description des massifs situés au Nord de l'Isère, entre Moûtiers et le Mont-Blanc. Il distinguait cinq bandes principales, orientées du Sud-Ouest au Nord-Est, et admettait les conclusions formulées par M. Kilian et par nous sur l'existence du terrain nummulitique dans cette partie des Alpes.

Cette même année, il publiait, avec M. Etienne Ritter, une Note sur la structure de la chaîne du Mont-Joly, près de Saint-Gervais. Les deux auteurs arrivaient à démontrer que cette chaîne « présente un empilement de plis rabattus jusqu'à l'horizontale, et que, pour chacun de ces plis superposés, on peut observer sans discontinuité son rattachement à la partie droite ». C'était là une constatation d'une extrême importance, qui permettait de s'expliquer la formation des grands plis couchés, et qui, complétée par les données fournies par les lambeaux de recouvrement, permit d'édifier la *théorie des charriages*. Ainsi étaient modifiées profondément nos conceptions relatives à la formation des montagnes, et Bertrand pouvait avancer à bon droit que « le rôle des déplacements horizontaux est une des questions fondamentales de la géologie des Alpes ».

En 1897, paraissait, dans les comptes rendus du Congrès international tenu à Zurich en 1894, un important travail dû également à notre savant maître et traitant de la récurrence de certains faciès : *roches gneissiformes et dépôts schisteux plus ou moins cristallins*. Les gneiss d'âge permien, les schistes lustrés d'âge secondaire, le flysch d'âge tertiaire, disait-il, réalisent un *cycle* complet, embrassant la série des terrains sous un nombre restreint de faciès, directement liés aux mouvements ayant formé la chaîne. On peut donc conclure à « la liaison ordonnée de tous les phénomènes tectoniques, sédimentaires et éruptifs, autour de l'histoire des chaînes de montagnes ».

C'est de ces problèmes d'Orogénie que se préoccupait surtout à cette époque Marcel Bertrand; les deux dernières Notes communiquées par lui, en 1900, à l'Académie des Sciences, sont consacrées à des considérations de cet ordre et sont intitulées, l'une : *Essai d'une théorie mécanique de la formation des montagnes*, et l'autre : *Déformation tétraédrique de la Terre et déplacement du Pôle*. Après avoir rappelé, dans la première, que les chaînes européennes sont allées en se déplaçant progressivement vers le Sud, il admet les phases suivantes, comme cause de leur édification : 1° formation d'une cuvette géosynclinale dissymétrique, dont le fond avance vers le Sud, ce qui amène la production d'un bourrelet; 2° poussée sur la cuvette de ce bourrelet qui, reformé sans cesse, se recouvre d'une *nappe de charriage*; 3° élévation en masse de l'édifice marin, ainsi construit en profondeur.

Ces idées théoriques, clairement formulées, sont remarquables et, si elles ne donnent pas encore la solution définitive, — car le problème est difficile et d'autres facteurs nous semblent devoir être pris en considération, — elles témoignent de la *génialité* des conceptions de l'éminent géologue.

Avec MM. S. Suess, de Vienne, et Heim, de Zurich, il se place au premier rang des créateurs de la Tectonique, cette branche de la Géologie qui s'est donné pour mission d'étudier les dislocations subies par les terrains, et dont les découvertes récentes ont modifié si complètement nos idées relatives à la formation des chaînes montagneuses.

---

[1] Des recherches récentes de M. Kilian (*C. R. collaborateurs*, p. 1905) ont complété les travaux que nous venons de résumer, en montrant que les plis couchés de cette région *nappes*, se sont formés dans des conditions analogues à ceux du front nord des Alpes.

[2] W. Kilian et J. Révil : *Études géologiques dans les Alpes occidentales*. Contributions à la géologie des chaînes intérieures des Alpes française. *Loc. cit.*, p. 568.

L'examen que nous venons de faire de l'œuvre de celui qui fut pour nous le plus attachant et le plus regretté des maîtres, témoigne hautement de la grande perte subie par la science géologique. Ses travaux — comme il advint pour ceux de l'un de ses prédécesseurs dans la chaire de l'Ecole des Mines, Elie de Beaumont, — illustrent à jamais son nom; ce nom restera indissolublement lié aux importants progrès réalisés par l'Orogénie, vers la fin du siècle dernier.

J. Révil,
Président de la Société d'Histoire naturelle de Savoie.

§ 2. — Astronomie

Les taches solaires et le magnétisme terrestre. — Le 10 février dernier, la Société Astronomique de France recevait la notification qu'une perturbation magnétique très intense avait agité les boussoles de tous les observatoires, en France, en Angleterre, en Belgique, en Allemagne, en Italie, en Espagne, etc..., et un peu partout, aussi bien dans le Nouveau-Monde, aux États-Unis, que sur notre continent. A l'Observatoire magnétique du Parc-Saint-Maur, l'aiguille de déclinaison, dont l'oscillation diurne moyenne n'est que de quelques minutes, s'affola pendant vingt-quatre heures, au point de parcourir une amplitude d'un degré et demi. Une dépêche du pic du Midi apprenait que la perturbation avait, là aussi, dépassé un degré. A l'Observatoire de Kew, en Angleterre, le 9, à 8^h19^m du soir, l'aiguille aimantée s'écarta vers l'ouest jusqu'à 57′, point extrême qu'elle atteignit à 8^h34^m; après quoi, elle revint vers l'est et parcourut un angle de 73′, qu'elle atteignit à 8^h45^m.

Tandis que le magnétisme terrestre accusait ainsi une sorte de fièvre, — ce qui ne s'était pas produit avec cette force depuis le 31 octobre 1903, jour auquel les communications télégraphiques ont été interrompues sur le monde entier pendant plusieurs heures, — le Soleil montrait sur son disque les manifestations d'une activité extraordinaire; d'immenses taches parsemaient sa surface, et deux d'entre elles étaient assez vastes pour être visibles à l'œil nu. Or, il est extrêmement rare qu'un pareil fait se présente, et il est d'autant plus digne d'attirer notre attention que le maximum de la fluctuation solaire est passé depuis plus d'un an.

Le groupe principal des taches solaires, celui qui est passé au méridien central le 9, mesurait 5′ d'arc de longueur, et la grosse tache de droite 1′6″.

M. Salet, à l'Observatoire de Paris, et le Commandant Reboul, à Royan, ont signalé cette tache immense en même temps que l'Observatoire de Juvisy.

Mouvement accéléré de la tache rouge de Jupiter. — L'un des phénomènes qui intéressent au plus haut point les astronomes depuis plusieurs années est le mouvement propre si singulier présenté par la fameuse tache rouge de Jupiter. M. W.-F. Denning fit des observations[1] sur cette tache en 1906 : pour la fin de la dernière opposition, de mars à mai, ses mesures montrent une valeur correspondant aussi près que possible à celle du système II, basée sur une période de rotation de $9^h55^m40^s,6$; mais, en réobservant la planète avant le lever du Soleil, le 9 août, il remarqua immédiatement que la tache rouge et son échancrure étaient fort en avance (de 11.000 milles) sur la position prévue. Ce fait a été confirmé le 11 août au matin par le Rév. T. E. R. Phillips, ainsi que par une autre observation faite par M. Denning le 16 août, montrant que, dans une période inférieure à trois mois, les taches avaient perdu 16°, soit 26^m29^s, relativement au méridien 0 du système II. En somme, tandis que la rotation entre le 24 mars et le 4 mai était de $9^h55^m40^s,6$, elle était devenue seulement de $9^h55^m33^s,8$ le 4 mai et le 8 août : la dernière période est la même que celle présentée par la tache rouge en 1879.

D'après M. Denning, la tache sombre de la zone tropicale Sud, qui a une étendue de près de 63° en longitude, a dû être en conjonction centrale avec la tache rouge en juin 1906, et il pense que cette circonstance peut bien être la cause de l'accroissement marqué de vitesse présenté par celle-ci. Cependant, la récente accélération dans le mouvement de la tache rouge est beaucoup plus grande que celle qui a été jamais observée : l'échancrure dans la bande équatoriale australe, ainsi que la tache rouge, semblent avoir été visibles depuis soixante-quinze ans.

[1] Article de *The Observatory*, analysé dans le *Bull. de la Soc. astron.*, novembre 1906.

§ 3. — Physique

Un dispositif pour mesurer l'intensité des rayons X. — Les instruments jusqu'ici employés pour déterminer l'intensité d'un rayonnement X, basés sur l'emploi de galvanomètres ordinaires à bobines rotatoires, étaient sujets à bien des sources d'erreur. Or, celles-ci se trouvent éliminées dans un appareil récemment inventé par M. E. Ruhmer, à Berlin, et qui permet de déterminer et de contrôler continuellement l'intensité du flux effectif d'une ampoule à rayons X. Cet instrument (fig. 1) comporte un tube en verre V, où l'on fait le vide, avec deux électrodes axiales, dont la plus longue et la plus mince sert pour déterminer l'intensité cherchée.

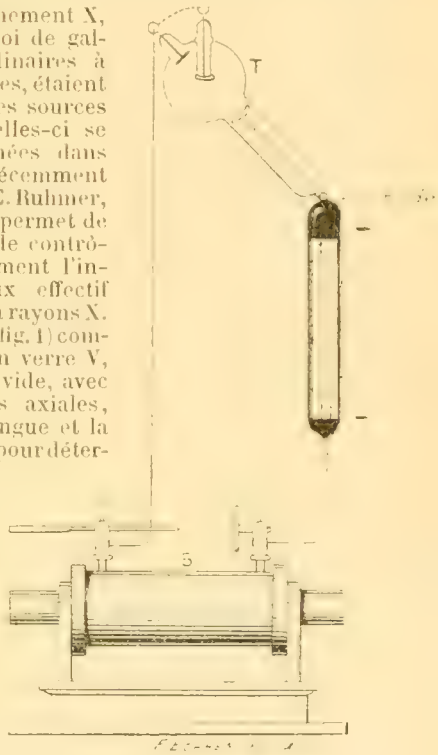


Fig. 1. — *Dispositif pour mesurer l'intensité des rayons X.* — B, bobine; T, ampoule; V, tube à électrodes.

Lorsque la borne positive de l'instrument est reliée à la cathode de l'ampoule T, en série avec cette dernière et la bobine B, son fil cathodique se recouvre d'une luminescence bleue aussitôt qu'on fait fonctionner le tube, sur une longueur proportionnelle à l'intensité du courant.

Une échelle attachée à l'ampoule, et qui est graduée par voie empirique en milli-ampères, permet de lire ainsi immédiatement, à tout moment voulu, l'intensité maxima du courant effectif, de la même façon qu'on lit la température sur l'échelle d'un thermomètre. Cette propriété est d'un prix tout spécial pour les travaux photographiques et surtout pour ceux de thérapeutique. En effet, l'expérience a démontré qu'avec un dispositif donné et un même degré de dureté de l'ampoule de Roentgen, une intensité de courant donnée, pendant des intervalles déterminés, correspond toujours à une même quantité de rayonnement X. La première peut donc servir à mesurer cette dernière. L'effet du rayonnement dépend évidemment de la distance entre l'ampoule et l'objet en question.

Pour des degrés différents de dureté, il faut naturellement tenir compte aussi de l'autre facteur déterminant la quantité d'énergie employée pour produire le rayonnement Roentgen, à savoir le potentiel de l'ampoule.

On trouve ce potentiel d'après la longueur de l'étincelle d'un éclateur relié parallèlement à l'ampoule : le produit de cette longueur par l'intensité de courant lue sur l'instrument donne la valeur exacte de l'intensité du rayonnement.

L'instrument décrit ci-dessus se distingue surtout par sa construction simple (ne comprenant ni bobines ni parties rotatoires) et la sûreté de son fonctionnement. Le procédé utilisé dans la construction offre l'avantage ultérieur d'éliminer toute influence du courant de fermeture sur les indications, la luminescence due à ce courant étant limitée à l'électrode la plus courte, laquelle n'est point utilisée en mesurant l'intensité du rayonnement Roentgen.

§ 4. — Chimie industrielle

Dispositifs industriels pour la fixation de l'azote. — Parmi les divers procédés préconisés dans ces dernières années pour la fixation de l'azote atmosphérique, il y en a deux qui, semble-t-il, se prêtent à une exploitation industrielle, à savoir les procédés basés respectivement sur la production de l'acide nitrique et d'un composé azoté dit cyanamide de calcium ou « chaux azotée ».

Dans une conférence récemment faite à Berlin, M. G. Erlwein a décrit les appareils employés pour la fabrication de ce dernier produit. L'auteur expose les deux méthodes qui se trouvent en présence, à savoir celle de MM. Frank et Caro, méthode dans laquelle on fait agir l'azote, dans des cornues fermées, sur le carbure de calcium du commerce à la chaleur rouge ou blanche et la méthode indirecte étudiée par MM. Siemens et Halske, dans laquelle, en évitant l'emploi du carbure, on prépare le cyanamide de calcium directement à partir de ses composants (la chaux, le charbon et l'azote atmosphérique) à l'incandescence d'un four électrique à résistance.

Cette dernière méthode, inventée et mise à l'étude alors que le prix élevé du carbure diminuait fortement l'économie du premier procédé, vient d'être abandonnée en partie au profit de l'ancien procédé Frank-Caro, depuis que le prix du carbure, par suite des perfectionnements apportés à son industrie, s'est abaissé considérablement. Aussi les usines à « chaux azotée » récemment installées par la Société des Cyanures se servent-elles de l'ancien procédé employant comme intermédiaire le carbure du commerce.

La production de la « chaux azotée », suivant ce dernier procédé, se fait dans les appareils représentés dans la figure 1, comprenant deux fours, à savoir, le four fixateur d'oxygène et le four azoteur. Dans le premier, on produit de l'azote pur en conduisant de l'air comprimé à travers des cornues de fer verticales CC portées à la chaleur rouge et remplies de limaille de cuivre. Le cuivre incandescent retire de l'air atmosphérique l'oxygène, en se combinant à ce dernier pour former de l'oxyde de cuivre solide, en même temps que l'azote pur, quittant les cornues, passe à travers les dispositifs de lavage et de séchage pour se rendre vers l'autre four.

Les fours fixateurs d'azote contiennent plusieurs batteries de cornues, dont l'une sert à préparer l'azote, en même temps que les autres sont soumises à un procédé de réduction, leur oxyde de cuivre étant reconverti, par du gaz pauvre ou d'éclairage, en cuivre prêt à réagir. Dans les grandes installations, surtout aux endroits à force hydraulique peu coûteuse, l'azote est retiré de l'air liquide au moyen d'une distillation fractionnée, la liquéfaction de l'air étant obtenue par le procédé de Linde, basé sur une ingénieuse combinaison de compressions, de refroidissements et de détentes. La distillation fractionnée de l'air liquide s'opère dans des colonnes de rectification entourées par une substance isolatrice de la chaleur et construites suivant le même principe que les colonnes employées dans l'industrie de l'alcool.

L'appareil azoteur consiste en un four F (fig. 1) comprenant des cornues de matière réfractaire analogue à celle des fours à gaz. Ces cornues, étanches à l'air, sont portées par un feu extérieur à la chaleur rouge ou blanche ; elles sont remplies de carbure pulvérisé et réliées par des conduites au four formateur d'azote. Aussitôt que la cornue a atteint la température à laquelle l'azote se combine au carbure, l'absorption d'azote, c'est-à-dire la formation de chaux azotée, se passe d'une façon très énergique, et, comme cette réaction

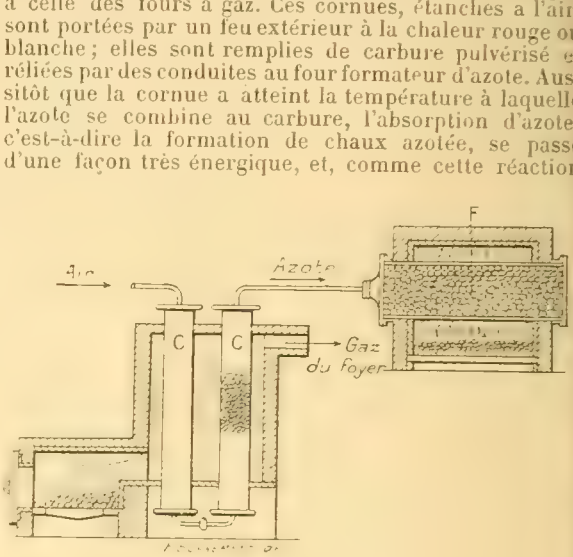


Fig. 1. — *Four pour la production de la chaux azotée aux dépens du carbure de calcium.* — C, C, cornues de fer remplies de limaille de cuivre; F, four fixateur d'azote.

est exothermique, c'est-à-dire s'accompagne d'une production de chaleur, il se produit des accroissements rapides de la température de la charge de carbure, allant quelquefois jusqu'à des explosions. Lorsque le carbure contenu dans la cornue n'absorbe plus d'azote (ce qu'on reconnaît par un gazomètre y inséré), on fait entrer la masse de chaux azotée, à l'abri de l'air, dans des réservoirs métalliques étanches à l'air, et, après qu'on l'y a refroidie, on la pulvérise et on l'introduit, pour être aérée, dans des sacs ou d'autres récipients de transport.

La matière noire retirée des cornues, qui n'est autre que de la chaux azotée, comprend de 19 à 21 °/₀ d'a-

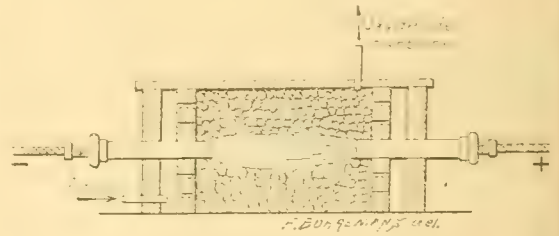


Fig. 2. — *Four Siemens pour la fabrication de la chaux azotée.*

zote, sa composition chimique, assez constante, étant : 57 °/₀ de cyanamide calcique ($CaCAz^2$), 21 °/₀ de chaux caustique (CaO), 14 °/₀ de carbone (C), 2,5 °/₀ de silice (SiO^2), 4 °/₀ d'oxyde de fer (FeO), et 1 °/₀ de chaux liés à de l'acide carbonique, du soufre et du phosphore.

La fabrication de la chaux azotée suivant le procédé direct de Siemens, d'autre part, s'opère dans des fours représentés dans la figure 2. Ces fours, de forme rectangulaire, ont des murs maçonnés doubles en briques réfractaires, le mur intérieur étant percé de trous pour faciliter l'accès libre de l'azote à la charge du compartiment à réaction. A l'intérieur de ce compartiment, rempli de parties égales de chaux et de coke pénètrent, du milieu du front du four, deux électrodes en charbon, amenant le courant continu ou alternatif nécessaire pour chauffer la charge.

Pour faire marcher le four, on amène à la chaleur

blanche un conducteur d'électricité, inséré dans la zone de réaction, par le passage du courant électrique. La charge de chaux et de charbon l'entourant, charge qui est un semi-conducteur d'électricité, devient, par là, bonne conductrice et s'échauffe à son tour directement par suite du passage du courant. Cette charge peut même, grâce à un accroissement suffisant de l'intensité du courant, être portée à une chaleur blanche intense, à laquelle elle réagit avec l'azote forcé dans le compartiment, en donnant naissance à du cyanamide de calcium (chaux azotée), en même temps qu'il se forme du monoxyde de carbone, produit de réduction de la chaux vive par le charbon. Ce monoxyde est évacué à travers un tube fixé au couvercle du four, afin d'être employé au dehors de ce dernier pour le chauffage ou la production de la force motrice. La conversion qui a lieu dans la charge du four est représentée de la façon la plus simple par l'équation :

$$\underset{\text{Chaux caustique.}}{CaO} + \underset{\text{Carbone.}}{C^2} + \underset{\text{Azote.}}{Az^2} = \underset{\text{Cyanamide de calcium.}}{CaCAz^2} + \underset{\text{Monoxyde de carbone.}}{CO}$$

La chaux azotée, restant dans le four électrique à résistance, renferme un taux total de 13 à 15 % d'azote ;

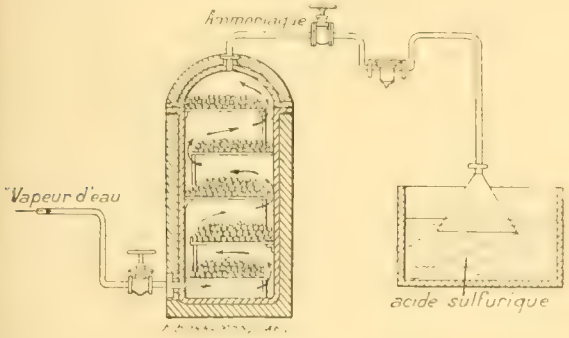


Fig. 3. — *Disposition pour la fabrication du sulfate d'ammonium.*

elle se comporte parfaitement comme la matière préparée suivant la méthode de Frank-Caro, avec le carbure pulvérisé.

La propriété que possède la chaux azotée de rendre son azote à l'état d'ammoniac gazeux, lorsqu'elle est traitée avec de la vapeur d'eau, vient d'être utilisée par la Société des Cyanures en vue d'un procédé industriel pour la fabrication du sulfate d'ammonium, dans les appareils représentés par la figure 3.

Dans un réservoir analogue à un autoclave, on répand de la chaux azotée en plusieurs couches, sur des rayons superposés. L'azote du cyanamide de calcium se convertit alors en ammoniac, évacué après des intervalles déterminés d'action de la vapeur d'eau, en même temps que cette dernière, pour être absorbé dans des tubes renfermant de l'acide sulfurique, où il se convertit en sulfate d'ammonium, engrais commercial et très courant.

La première usine à chaux azotée, installée à Piano d'Orta, près de Pescara, en Italie, donne une production annuelle de 4.000 tonnes, mais qui sera portée très prochainement au triple. Sur le modèle de cette première installation, on compte en établir d'autres dans plusieurs pays européens, au courant de cette année, pour des rendements en général plus grands.

Alfred Gradenwitz.

§ 5. — Botanique

La variabilité des feuilles végétatives du « Prunus spinosa L. ». — Si, assez souvent, la seule observation des principales formes de variation des espèces végétales suffit aux morphologistes, dans certains cas, cependant, il est intéressant de pouvoir établir l'amplitude et la valeur exacte de ces variations par des mesures précises, c'est-à-dire par une étude statistique rigoureuse. Ces mesures, quelquefois très difficiles à effectuer, surtout lorsqu'elles portent sur des plantes très différenciées, deviennent plus faciles dès qu'elles sont réduites à un seul membre, bien homogène et dont les variations de détail sont insuffisantes pour faire disparaître la régularité d'ensemble qui, dans ce cas, est proprement le caractère spécifique. Toutefois, il y a pour chaque plante des limites que la variation semble ne pouvoir dépasser, soit qu'elle cesse d'être perceptible à nos investigations, — mais il resterait à savoir si l'observation est bien conforme à la réalité [1], — soit que le caractère spécifique ait été lui-même si profondément modifié qu'il n'a pu être conservé. Quoi qu'il en soit, chaque espèce a une tendance à produire une certaine forme foliaire, bien déterminée, mais dont la réalisation effective est très contrecarrée par les influences extérieures.

Considérant que la longueur et la largeur des feuilles du *Prunus spinosa* L., vulgairement connu sous le nom de *prunellier des haies*, pourraient être définies par un rapport numérique précis et simple, M. A. Heyer, de Saint Gall (Suisse) [2], a essayé d'établir la valeur dominante et les valeurs limites de ce rapport, c'est-à-dire de donner une interprétation mathématique aux variations. Dans ce but, M. Heyer a mesuré 7.500 feuilles, dont 5.000 provenaient d'arbustes variés de taille et d'âge, 1.500 de rejets de l'année, et enfin 1.000 autres d'une haie qui est tondue tous les ans. Les feuilles ont été mesurées suivant leurs plus grands axes, soit de la base au sommet du limbe pour la longueur, et suivant la plus grande largeur, y compris les dents. Les chiffres ainsi obtenus, portés sur un schéma combiné [3], ont fourni les résultats suivants :

1° Le rapport entre la longueur et la largeur oscille entre 1 : 3 et 4 : 5 ;

2° La relation 2 : 3 paraît être assez fréquente ;

3° A longueur constante, la largeur varie autour du rapport dominant 1 : 2 ; tandis qu'à largeur constante, la longueur varie dans un rapport inverse, mais avec moins de régularité ;

4° Les maxima de fréquence de la courbe de variation sont : pour la longueur, à 28 millimètres et à 33 millimètres ; pour la largeur, à 13 millimètres ;

5° La plus grande longueur absolue est de 70 millimètres (sur 33) et la plus grande largeur de 44 millimètres (sur 62).

Quelque intéressants que soient ces premiers résultats, surtout au point de vue de la méthode, ils le seraient bien plus encore si M. Heyer avait pu relier à leurs causes les principales variations. Sans doute, il y a là un gros problème, très à part, mais que ne devraient pas négliger ceux qui ont la patience de se livrer à de semblables études de statistique pure. Il est vrai que, dans le cas particulier, l'hétérogénéité des matériaux utilisés était une grosse difficulté.

La conclusion la plus importante de ces recherches, c'est la démonstration de l'existence de rapports entre la longueur et la largeur de la feuille de *Prunus*. La valeur dominante ainsi que les valeurs limites de ce rapport sont également reconnues ; mais il reste cependant à savoir si les influences locales ne peuvent les modifier, et c'est ce que M. Heyer se propose d'étudier.

Ernest Fleury.

[1] Pourquoi n'y aurait-il pas ici quelque chose d'analogue à ce qui a lieu pour la perception des sons par exemple ?

[2] M. A. Heyer a présenté une étude préliminaire sur ce sujet à la 89e session de la Société helvétique à Saint-Gall, en août 1906. Voir in *C. R.*, p. 70-72.

[3] G. Georges Duncker : *Die Methode der Variationsstatistik*, Leipzig, 1897, p. 42.

§ 6. — Enseignement

L'enseignement scientifique dans les lycées. — M. Liard, vice-recteur de l'Académie de Paris, a adressé récemment aux inspecteurs d'Académie, proviseurs et principaux, une intéressante circulaire sur l'état actuel de l'enseignement scientifique dans les lycées. Cette circulaire résume les constatations et les observations faites par les rapporteurs au Conseil académique, et qu'il a paru utile au Recteur de porter à la connaissance des professeurs. Mais, en outre des professeurs, elle intéresse aussi ceux que préoccupe le progrès de notre enseignement public. C'est pourquoi nous en publions quelques extraits.

Le Recteur fait d'abord cette constatation que, dans les *classes littéraires*, l'enseignement des Mathématiques est « faible, très faible même ». Il recherche la cause de cette faiblesse. Celle-ci est-elle imputable au petit nombre d'heures dont les professeurs de Mathématiques disposent? Un certain dédain des élèves n'y est-il pas, comme autrefois, pour quelque chose? Dans ce cas, remarque M. Liard, ce serait aux professeurs à réagir; et il ajoute :

« Leur est-il impossible de faire entendre, par un choix judicieux d'exemples et d'applications, de quelle utilité est, dans la vie de chaque jour, une certaine connaissance des éléments des Mathématiques, même pour ceux dont l'activité n'aura pas besoin de la science comme instrument?

« Leur est-il impossible également, surtout en philosophie, de faire voir à leurs élèves, par un enseignement clair, bien dépouillé, réduit à l'essentiel, de quel prix sont ces éléments pour cette culture plus complète des esprits, à laquelle visent les programmes de 1902?

« Dans ces classes, qui n'aboutissent pas à des concours, je ne saurais trop recommander aux professeurs de s'attacher plus à l'esprit qu'à la lettre des programmes, de se dire qu'ils auront rempli leur tâche si, de leur enseignement, leurs élèves emportent un certain nombre de notions positives, bien assises, nettement comprises et adhérentes à leurs esprits. »

Dans les *classes scientifiques*, au contraire, tout autres sont les résultats. Le Recteur constate avec satisfaction que « les changements de points de vue et de méthodes inaugurés avec les nouveaux programmes commencent à faire sentir leurs effets, qui sont d'heureux effets ».

Pour entrer dans le détail, dans la classe de *Spéciales*, d'une manière générale, non seulement le rôle de l'Analyse s'est accru en vue des applications pratiques, mais l'esprit de la Géométrie analytique s'est transformé; plus rare s'est faite l'intervention des formules générales, plus fréquent l'appel à l'initiative des élèves. Le Recteur signale quelques initiatives. Ainsi, dans un lycée de Paris, un professeur a renoncé à la division traditionnelle des cours en Algèbre et Géométrie analytique, et a incorporé les applications géométriques au cours d'Analyse. Dans un autre lycée, l'enseignement de la Géométrie dans l'espace est illustré par des modèles en plâtre et en fil. C'était d'ailleurs le vœu de la Commission interministérielle qui a préparé les programmes de Spéciales, qu'il en fût partout ainsi. M. Liard estime que cette pratique, dont l'expérience a prouvé la valeur, ne saurait être trop recommandée.

Une réforme, accomplie l'an dernier, a été la transformation de l'ancienne classe d'*Elémentaires supérieures* en *Spéciales préparatoires*. Les résultats n'ont pas répondu ici à l'attente des réformateurs. Trop d'élèves ont cru pouvoir brûler cette étape, dans l'ignorance « qu'un an passé en spéciales préparatoires à s'initier en toute liberté aux méthodes, aux questions générales, était pour tous la meilleure préparation à la classe de spéciales proprement dite, à l'esprit et aux procédés de la science, et pour beaucoup le seul moyen d'éviter la surcharge, le désarroi et la chute ».

Les classes de Mathématiques, anciennes *Elémentaires*, sont généralement bonnes; on y fait moins de Géométrie que par le passé, et plus d'Algèbre.

Pour les divisions de *première* et de *seconde*, M. Liard, après avoir constaté que les effectifs y étaient nombreux, ajoute :

« Presque partout on se plaint qu'ils le soient trop. Nombre d'élèves se trompent sur leurs goûts, sur leurs aptitudes au sortir du premier cycle, et s'engagent à la légère dans la voie scientifique, sans se douter qu'ils entrent dans une impasse, et qu'au bout les attendent des échecs irréparables. C'est un courant contre lequel il est, je le sais, difficile de lutter, dans une société où grandit chaque jour l'importance de l'industrie. Toutefois, c'est notre rôle, c'est notre devoir, à l'instant décisif des options, d'éclairer, autant que faire se peut, les familles sur les aptitudes de leurs enfants et sur les chances de succès qui les attendent dans telle voie ou dans telle autre. »

Et M. Liard ajoute :

« Dans l'ensemble, les divisions D semblent moins bonnes que les divisions C. L'habitude de réfléchir et de raisonner y est moins solide; on y donne trop à la mémoire. Je le signale aux professeurs de ces divisions, persuadé qu'ils s'appliqueront à provoquer chez leurs élèves un effort personnel et soutenu de réflexion. »

Ni la lettre, ni l'esprit des programmes et des instructions de 1905 ne sont encore assez généralement observés dans les classes du premier cycle.

A ce sujet, le Recteur s'exprime en ces termes :

« De même que le premier contact de l'enfant avec les choses de l'Arithmétique se fait par l'expérience, par le mécanisme des opérations et la résolution des problèmes faciles, non par le dogmatisme, la logique pure et la démonstration de vérités abstraites, on a pensé que ce même enfant, encore qu'il fût déjà un peu plus mûr, ne pouvait s'intéresser aux choses de la Géométrie que s'il les voyait sortir et se dégager peu à peu de l'étude des formes usuelles et de la considération des mouvements familiers.

« En provoquant ce changement de méthode, nos professeurs étaient d'accord avec d'éminents géomètres. Dès 1765, dans la préface de ses *Eléments de Géométrie*, Clairaut demande que l'on n'impose pas aux débutants la fatigue et l'ennui d'une rigueur inutile. Et, en 1846, Jacobi écrivait :

« La rigueur des démonstrations géométriques est « une invention des Grecs qui fait le plus grand hon- « neur à l'intelligence humaine; mais elle n'est une « nourriture convenable et saine que pour les jeunes « gens dont l'esprit a déjà une certaine maturité; alors « seulement, la Géométrie logique est, comme la gram- « maire, une véritable éducation de l'intelligence. »

Personnel universitaire. — M. Caullery, docteur ès sciences, maître de Conférences de Zoologie à la Faculté des Siences de Paris, est nommé professeur adjoint à ladite Faculté.

M. Pruvot, docteur ès sciences, chargé du cours d'Anatomie comparée à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé professeur adjoint à ladite Faculté.

M. Rabaud, docteur ès sciences, est nommé maître de Conférences de Tératologie à la Faculté des Sciences de Paris (*création du budget de* 1907).

M. Bounhiol, docteur ès sciences, chef des travaux de Zoologie à l'Ecole des Siences d'Alger, est chargé d'un cours de Zoologie agricole et de Zootechnie à ladite Ecole.

M. Brives, docteur ès sciences, est chargé d'un cours complémentaire de Minéralogie appliquée à l'Algérie, à l'Ecole des Sciences d'Alger.

M. Combette, agrégé des Sciences mathématiques, ancien professeur de Mathématiques au Lycée Saint-Louis, Inspecteur général de l'économat des lycées et collèges, est nommé Inspecteur général de l'instruction publique pour l'Enseignement secondaire (ordre des Sciences), en remplacement de M. Piéron, décédé.

DESCARTES ET LA LOI DES SINUS

En 1637 paraissait, à la suite du *Discours de la Méthode*, et comme l'un des « Essais de cette Méthode », la *Dioptrique* de Descartes, qui, dans le Discours Second, étudiait les réfractions et donnait une démonstration théorique de la loi des sinus. Cette démonstration était bientôt l'objet des plus vives discussions, notamment entre Descartes et Fermat. Mais, du vivant de Descartes, personne ne lui adressa d'autres reproches que d'être incompréhensible. C'est beaucoup plus tard, et, pour la première fois, vers 1662, que, sous la plume du savant Isaac Vossius, fut exprimée l'idée d'un plagiat. Vossius déclarait avoir vu un travail manuscrit de Snellius sur la lumière, où se trouvait indiquée, quoique sous une forme légèrement différente, la loi des sinus. Snellius était mort en 1626, et, d'après Vossius, Descartes avait pu facilement prendre connaissance de cette loi pendant son long séjour en Hollande, car Hortensius, élève de Snellius, et plus tard professeur lui-même à Amsterdam, l'avait exposée publiquement dans ses leçons. Christian Huygens alla plus loin. Dans sa *Dioptrique*, publiée seulement après sa mort, en 1703, on lit, à propos du manuscrit de Snellius : « Ce manuscrit est resté inédit. Je l'ai vu, et l'on m'a dit que Descartes, lui aussi, l'a vu ; c'est de là peut-être qu'il aura tiré sa mesure par les sinus[1]. »

Tous les accusateurs de Descartes, de Leibnitz à Poggendorf, ont reproduit avec quelques variantes, et avec plus ou moins d'assurance dans leurs affirmations, ce qui fait le fond de ces deux témoignages.

Kramer[2], en 1883, a montré à quel point, cependant, l'hypothèse d'un plagiat est invraisemblable ; et, il y a une dizaine d'années, la découverte de quelques lettres échangées par Golius et Constantin Huygens, due au Professeur Korteweg[3], est venue apporter des arguments nouveaux contre une accusation qui semble ne plus subsister que par l'effet d'une longue habitude. Mais il est trop vrai qu'elle subsiste, et il peut être fort utile d'y revenir.

I

Tout d'abord, quel est ce fameux séjour en Hollande pendant lequel Descartes aurait eu aisément connaissance de la loi de Snellius? Nul doute qu'il ne s'agisse du long séjour de vingt ans qui dura de 1629 à 1649. Descartes s'était installé à Amsterdam, d'où il faisait de fréquents voyages à La Haye et aussi à Leyde, où Snellius, mort trois ans auparavant, avait enseigné longtemps, et où se trouvaient assurément nombre de ses amis et de ses disciples. C'est de là qu'en 1637 il publiait, dans sa *Dioptrique*, le résultat de ses recherches sur la réfraction. Pendant les huit ans déjà écoulés, n'était-il pas vraisemblable qu'il eût entendu parler de la découverte du savant hollandais? — C'était si vraisemblable que nous pouvons affirmer presque à coup sûr, nous le verrons, que cela arriva réellement ; mais cela n'a d'importance, au point de vue de l'accusation, que si, en 1629, Descartes n'était pas encore en possession de sa loi des sinus, comme l'ont certainement pensé Vossius, Huygens et Leibnitz, mais comme il est impossible de le croire encore pour qui a jeté les yeux sur la correspondance de notre philosophe.

Pour qu'on s'y reconnaisse, un mot est pourtant nécessaire. La loi de la réfraction n'a surtout intéressé Descartes que pour les applications pratiques qu'il a voulu en tirer. Le huitième discours de la *Dioptrique* traite tout au long « des figures que doivent avoir les corps transparens pour détourner les rayons par réfraction en toutes les façons qui servent à la veuë ». Il y est démontré que les rayons tombant sur le contour elliptique d'un morceau de verre auquel on a donné cette forme vont, après réfraction, concourir en l'un des foyers, pourvu seulement que le rapport de l'axe à la distance des foyers soit précisément égal à l'indice de réfraction du verre ; et il en est de même, sauf que le rapport est renversé, pour un morceau de verre à contour hyperbolique. C'est de là que Descartes tire la construction des appareils d'optique auxquels il attribue la plus grande importance. Nous reviendrons plus loin sur les propositions fondamentales de ce « discours » ; pour le moment, contentons-nous de remarquer que de pareils travaux supposent manifestement connue la loi des sinus, et revenons à la correspondance.

Dans ses lettres d'octobre et novembre 1629 adressées à Ferrier[1], Descartes, comme l'a observé Millet il y a déjà longtemps, se préoccupe sans aucun doute de faire tailler un de ces verres hyperboliques qui seront décrits dans la *Dioptrique* ; ce qui nous montre Descartes en possession de sa loi très peu de temps après son installation en Hollande. Mais il y a mieux, et une autre lettre adressée

[1] Et nos vidimus aliquando et Cartesium quoque vidisse accepimus; ut hinc fortasse mensuram illam, quæ sinibus constitit, elicuerit (*Opera reliqua*, t. III).

[2] *Zeitschrift für Math. und Phys.*, t. XXVII.

[3] Cf. *R. de Mét. et de Mor.*, 1896.

[1] Adam et Tannery : T. I, p. 32 et 33.

à Golius le 2 février 1632[1] est plus édifiante encore. Descartes avait fait connaître à son correspondant sa découverte de la loi des réfractions, et Golius, en réponse, a exprimé le désir de soumettre cette loi à l'épreuve de l'expérience. Descartes conseille d'adopter un dispositif qu'il décrit, en ajoutant que, quant à lui, il a jugé inutile d'en user : « Toute l'expérience que j'aie jamais faite en cette matière, dit-il, est que je fis tailler un verre, il y a environ cinq ans, dont M. Mydorge traça lui même le modelle; et, lorsqu'il fut fait, tous les rayons du soleil qui passaient au travers s'assemblaient tous en un point, justement à la distance que j'avais prédite. Ce qui m'assura ou que l'ouvrier avait heureusement failly, ou que ma ratiocination n'était pas fausse[2] ». Ce verre qu'a taillé Mydorge, et dont l'usage a constitué aux yeux de Descartes une vérification suffisante de sa loi, est également mentionné dans une lettre à Huygens, de décembre 1635[3] : « Il y a déjà huit ou neuf ans, dit Descartes, que je fis aussi tailler un verre par le moyen du tour, et il réussit parfaitement bien. » Et, plus bas, Mydorge est nommé comme ayant lui-même exécuté l'ouvrage. Il est très intéressant de constater que ces indications, données à trois ans de distance, concordent pour rejeter vers 1627, ou peut-être 1626, le travail confié à Mydorge, et par conséquent la connaissance de la loi des sinus. Et par là se trouve renversée de façon catégorique l'hypothèse d'après laquelle le long séjour en Hollande et la fréquentation des savants de ce pays, après 1629, auraient permis à Descartes de surprendre et de s'approprier la découverte de Snellius. — Ajoutons qu'en ce qui concerne plus particulièrement Hortensius, il n'a enseigné qu'à partir de 1634; et, s'il a exposé les travaux de Snellius, comme le dit Vossius, cela ne prouve plus rien contre Descartes.

Mais en 1629 Descartes n'allait pas en Hollande pour la première fois. Nous savons qu'il avait passé deux ans à Bréda, de 1617 à 1619, avec l'armée du prince Maurice; puis qu'à son retour d'Allemagne, en décembre 1621, il s'était installé à La Haye jusqu'en février 1622, avant de rentrer en France. — Le plagiat pourrait-il remonter à l'un de ces deux séjours?

Il est impossible de fixer la date de la découverte de Snellius; mais tout fait supposer qu'elle ne s'est produite que peu de temps avant sa mort. Vossius, qui a été en relation avec la famille de Snellius, puisque c'est d'elle directement qu'il dit avoir tenu le fameux manuscrit, nous apprend que le professeur de Leyde allait publier son travail quand la mort l'a frappé, en 1626. Et d'ailleurs, nous savons, par tous ses autres ouvrages, qu'il avait l'habitude de publier ses recherches à mesure qu'elles prenaient corps[1].

Mais voici qui est plus décisif. Parmi les savants qui ont approché Snellius, qui ont vécu longtemps à Leyde et même enseigné près de lui, il en est un qui semble particulièrement désigné, par l'intérêt qu'il prenait aux travaux de Mathématiques et de Physique, et par ses relations avec celui qu'il appelait son « maître vénéré », pour connaître une découverte aussi importante que celle de la loi de la réfraction, si elle se fût produite avant 1626. Golius, dont nous voulons parler, quitta Leyde et s'éloigna de Snellius en décembre 1625, pour un voyage en Orient, d'où il ne devait revenir qu'en 1629. Or, Golius, au commencement de 1632, ignore encore absolument les travaux de Snellius sur la réfraction. Nous le savions déjà par les lettres échangées à cette date entre lui et Descartes, notamment par celle de Descartes que nous avons mentionnée plus haut, du 2 février 1632. Mais nous avons mieux aujourd'hui. Grâce au Professeur Korteweg, d'Amsterdam, nous savons désormais que cette année 1632 est celle où Golius, qui venait de connaître déjà par Descartes sa loi des sinus, découvrit le fameux manuscrit de Snellius. M. Korteweg a retrouvé quelques lettres fort importantes, dont l'une de Golius, à Constantin Huygens. Par elle, nous apprenons quelle a été l'hésitation de Golius à accepter la loi de Descartes (*ingeniosi Descartes inventum*); il a voulu la vérifier par l'expérience (et cela confirme ce que nous avions vu d'autre part); mais ses hésitations n'ont pris fin que par la découverte de quelques écrits de Snellius, où il a trouvé la même loi, énoncée sous une autre forme. Et Golius, plein d'enthousiasme pour la rencontre merveilleuse des deux savants, dont l'un a été conduit par l'expérience, l'autre par le raisonnement, cite et compare les énoncés qu'ils ont donnés l'un et l'autre de la loi des réfractions. Tandis que Descartes fait porter la relation sur les sinus des angles d'incidence et de réfraction, Snellius, limitant par une même normale à la surface de séparation des deux milieux le prolongement du rayon incident et le rayon réfracté, énonce que le rapport de ces deux longueurs est constant. C'est, si l'on veut, le rapport des cosécantes, au lieu du rapport des sinus, ce qui revient au même.

Et Golius n'a pas été le seul à attendre la découverte du manuscrit, en 1632, pour en soupçonner seulement l'existence. Avec beaucoup de raison, M. Korteweg nous demande d'ajouter ici le nom du correspondant de Golius, de Constantin Huygens.

[1] Adam et Tannery : T. I, p. 236.
[2] *Id.*, p. 279.
[3] *Id.*, p. 335.

[1] Cf. la notice sur la vie et les travaux de Snellius par P. van Geer, *Archives Néerlandaises*, t. XVIII.

Ses lettres à Golius le montrent justement préoccupé des problèmes de Dioptrique. Il conseille à Golius (notamment en décembre 1629) de s'y appliquer avant tout. En 1632, il voit Descartes chez Golius, et l'entretien roule précisément sur la loi de la réfraction[1]. Comment supposer que, s'il eût connu le travail de Snellius, il n'en eût point parlé à Golius? Constantin Huygens n'a certainement appris l'existence de ce travail que par la lettre que lui a adressée Golius en novembre 1632.

N'y a-t-il pas là la preuve suffisante que les recherches de Snellius sur la réfraction ou bien datent seulement des derniers temps de sa vie, ou bien sont restées de son vivant rigoureusement secrètes? Et si l'on songe alors que l'accusation formulée contre Descartes exige, pour être encore valable, qu'avant février 1622 : 1° Snellius ait été en possession de sa loi, 2° Descartes en ait eu connaissance, — on sentira à quel point elle est insoutenable.

Il est un dernier point sur lequel M. Korteweg appelle l'attention.

Les relations établies entre Golius, Constantin Huygens et Descartes ne permettent pas de douter, quoique nous ne puissions citer sur ce point aucun texte, que Descartes n'ait lui-même été mis très vite au courant des recherches et des conclusions de Snellius. La correspondance qu'échange notre philosophe avec Golius en 1632 ne pouvait pas ne pas se continuer par la mention si importante de la découverte des papiers de Snellius, et par l'adhésion définitive à la loi des sinus qu'elle entrainait chez Golius, sans qu'il sentît désormais le besoin d'expériences nouvelles. Donc en 1632, cinq ans avant la publication de la *Dioptrique*, Descartes a su certainement par les savants hollandais et l'existence et le contenu du manuscrit. Peut-être même l'a-t-il vu; et peut-être aussi, dans l'esprit de Constantin Huygens, la confirmation qu'apportait la découverte de Golius à la loi cartésienne de la réfraction a-t-elle donné lieu à la longue à quelque malentendu dans les conversations qu'il eut à ce sujet avec son fils. En tous cas, celui-ci était un enfant en 1632. Les quelques faits précis qu'il tenait de son père : 1° antériorité probable de Snellius sur Descartes dans la solution du problème des réfractions; 2° connaissance prise par Descartes en 1632 de la solution de Snellius; 3° publication tardive de la *Dioptrique* en 1637, pouvaient bien, soixante ou soixante-dix ans plus tard, amener sous la plume de Christian Huygens une affirmation qui, prise à la lettre, n'a probablement rien d'inexact, mais qui n'a plus la signification qu'on lui donnait[2].

[1] Cf. Korteweg : *Op. cit.*
[2] *Idem.*

II

Tout est-il clair maintenant? Et pouvons-nous envisager avec une sereine tranquillité un soupçon, d'où qu'il vienne? Pas encore. Peut-être même avons-nous laissé de côté jusqu'ici le grief le plus fort, celui qui a été plus ou moins visé par les accusateurs de Descartes, mais qui, en tous cas, a joué le plus grand rôle dans les esprits, et aujourd'hui encore laisse subsister quelque doute chez ceux qui sont le plus disposés à croire. C'est la difficulté de penser que Descartes ait été vraiment amené à sa loi par l'étrange démonstration qu'il en donne, et, sinon, l'ignorance où nous sommes de la voie qui l'y a conduit.

Voyons de plus près, et rappelons d'abord en peu de mots la démonstration de Descartes : Assimilons le mouvement de la lumière à celui d'une balle qui, ayant décrit le chemin AB (fig. 1), rencontrerait

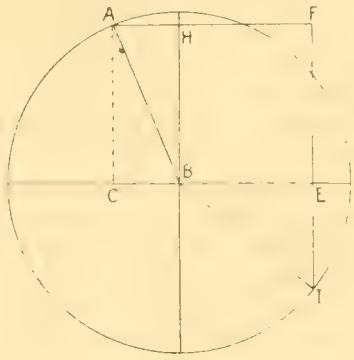


Fig. 1.

en B une toile CBE, et la traverserait, mais de telle façon que, par exemple, sa vitesse serait réduite de moitié. Le nouveau chemin BI serait parcouru en deux fois plus de temps que l'a été AB. Mais il est évident, pour Descartes, que la balle ne perdrait rien de sa détermination horizontale, laquelle, ne rencontrant pas la toile, ne saurait être empêchée par elle ; et dès lors, en deux fois plus de temps, c'est le double de AH, c'est-à-dire HF qui serait parcouru vers la droite. Le point I s'obtiendrait donc par l'intersection de la circonférence et de la verticale FI telle que HF fût le double de AH, ou, en d'autres termes, le chemin BI s'obtiendrait par la condition que le rapport des sinus des angles d'incidence et de réfraction fût l'inverse de celui des vitesses dans les deux milieux.

Les idées maniées dans cette démonstration témoignent de toute la confusion qui régnait encore dans les notions fondamentales de la science du mouvement. En particulier, nous voyons Descartes distinguer radicalement le mouvement, ou la quantité de mouvement et, par suite, la vitesse d'où elle dépend, — de la détermination, ou ten-

dance à se mouvoir dans telle ou telle direction. Dans le fait de la réflexion, par exemple, d'une balle sur un corps dur, Descartes voyait la détermination changer, mais non le mouvement ou la vitesse. — Mais ce n'est pas cette distinction qui suffirait à nous troubler. Fermat la fera lui aussi, plus rigoureusement que Descartes lui-même, ce qui ne l'empêchera pas de trouver cette démonstration absolument incompréhensible. — Faut-il parler de ce qu'il y a de contradictoire à comparer le mouvement de la lumière, dont le déplacement est instantané pour Descartes, à celui d'une balle dont la vitesse est finie et se modifie dans certaines circonstances? Fermat ne manque pas de le faire remarquer, et Descartes répond que l'instantanéité du déplacement ne s'oppose pas à une action plus ou moins forte. Au fond, vitesse, mouvement, force, action, tout cela se confond ici pour Descartes, et c'est grâce à cette confusion que, passant de la vitesse à l'action et à la résistance, il croit pouvoir répondre à Fermat. Mais peu importe! tout cela n'est que peccadille, et Fermat lui-même n'insistera pas. Il est difficile, d'ailleurs, de méconnaître l'intérêt qu'il y a dans cette tentative de Descartes de constituer une théorie cinétique des phénomènes lumineux, et l'on peut bien dire avec Poggendorf, — qui pourtant est à son égard un juge si sévère, — qu'il ouvrait ainsi la voie à Huygens et à Newton. Enfin, de quelque manière que se meuve la lumière, le principe d'après lequel son mouvement peut se décomposer suivant une parallèle à la surface de séparation et suivant une normale, n'a rien que de fort naturel. Descartes trouvait cette décomposition toute faite chez Alhazen et Witelo (ce dernier est celui qu'il appelle Vitellio, comme Kepler). Nous lisons en effet dans Kepler, à propos de ces savants : « *Addunt subtile nescio quid : motum lucis oblique incidentis componi ex motu perpendiculari et motu parallelo ad densi superficiem eumque motum sic compositum non aboleri ab occursu pellucidi densioris, sed tantum impediri.* » [Ed. Frisch, t. II, p. 181].

Fermat, que je continue à citer, parce qu'il offre l'exemple d'un esprit sincère, large, intelligent, absolument impartial, s'efforçant en vain de comprendre Descartes, Fermat acceptera fort bien le principe de la décomposition du mouvement de la lumière, mais il demandera qu'on l'applique de toute autre manière que Descartes. Par exemple, admettant que le mouvement soit accéléré où retardé dans le sens de la normale à la surface, il cherchera la résultante de la force qui pousse la lumière dans la direction du rayon incident et de celle qui s'ajoute dans la direction de la normale, et il conclura que la direction du rayon réfracté se trouve alors définie par un rapport de sinus, mais non point de ceux qui interviennent dans la loi de Descartes. Fermat s'écarte d'ailleurs des hypothèses de Descartes en faisant porter l'accélération ou le ralentissement, déterminé par les milieux, sur la détermination normale du mouvement et non sur la direction, inconnue d'abord, du rayon réfracté, — et, d'autre part, en ne tenant pas compte de ce que la détermination parallèle à la surface de séparation reste constante. Qu'il discute avec Descartes, ou plus tard avec Clerselier, il varie ses objections ; jamais il ne se résout à adopter les postulats de Descartes. Ce sont ces postulats, et surtout le postulat relatif à la détermination parallèle, qu'il se refuse absolument à accepter. Or, c'est là vraiment qu'est le nœud de la démonstration cartésienne ! Que ce soit la vitesse totale qui soit modifiée dans des conditions déterminées, malgré ce que l'hypothèse présente d'arbitraire, on peut dire qu'elle ne surprend pas trop chez Descartes; cela peut se rattacher à l'idée que la détermination est distincte de la vitesse. Dans la réflexion, la vitesse se conserve ; dans la réfraction, la vitesse est modifiée dans un rapport qui dépend des milieux... Soit ! Mais que l'on comprend Fermat ne pouvant accepter alors que la détermination parallèle à la surface reste la même après comme avant que la lumière a passé d'un milieu dans l'autre !

Certes, Descartes est sincère et convaincu de l'évidence des principes qu'il énonce, mais d'où tire-t-il cette étrange hypothèse ? A la rigueur, quand il s'agit de la réflexion, on comprend qu'il se laisse guider par le fait que « la rencontre de la terre ne peut empêcher que l'une des deux déterminations et non point l'autre » ; mais Fermat, très justement, lui demandera comment la même raison subsiste, quand la terre est remplacée par une toile que traverse la lumière.

En somme, il ne faut pas que le mot de détermination cache ce qu'il y a d'étrange dans l'hypothèse de Descartes. Il nous demande d'admettre que le mouvement de la lumière étant devenu deux fois plus lent (de B à I), le mouvement vers la droite garde sa vitesse première, de telle sorte que le sinus de l'angle de réfraction soit double du sinus de l'angle d'incidence. Autant vaut dire, et c'est la meilleure manière d'expliquer l'assurance tranquille de Descartes énonçant son postulat, qu'il nous demande d'admettre que le sinus devient double quand le passage de la lumière d'un milieu dans l'autre a pour effet de rendre sa vitesse deux fois moindre ; et, de même, que le sinus devient moitié, si la vitesse se double ; bref, que le rapport des sinus garde une valeur fixe, qui ne dépend que de la nature des deux milieux. La seule excuse de l'hypothèse de Descartes

est qu'elle fournit un rapport constant des sinus, et inconsciemment, sans doute, il reporte, sur le postulat d'où il la déduit, la conviction où il est déjà de la réalité de la loi. Fermat ne manquera pas de dire, dans sa controverse avec Clerselier, qu'il ne pourrait admettre les postulats de Descartes que si la loi était exacte. En fait, il ne croira lui-même à la loi que quand il l'aura retrouvée, mais en se fondant sur un tout autre principe (à savoir que le chemin parcouru par la lumière de A à I doit être un minimum [1]).

Mais alors d'où venait à Descartes cette connaissance de la loi des sinus? — Peut-on songer à l'expérience? On sait bien que Descartes a été à ses heures excellent observateur, et, en ce qui concerne les réfractions, sa lettre à Golius ne contient-elle pas d'excellents conseils? Mais, dans cette lettre même, nous l'avons vu, Descartes déclare n'avoir fait aucune des observations qu'il conseille; son unique expérience sur la réfraction a consisté à faire tailler un verre à travers lequel les rayons du soleil ont convergé dans les conditions prévues. Et nous n'avons aucune raison de penser que Descartes ne dit pas sur ce point la vérité exacte.

Du moins, cette expérience unique dont il parle peut nous faire deviner le processus qu'a suivi sa pensée pour arriver à soupçonner la loi des sinus. Les problèmes relatifs à la taille des verres, dont il nous fait connaître les propriétés au chapitre VIII de la *Dioptrique*, font tous suite à un premier problème, supposé résolu, sur lequel il s'explique dans ce même chapitre, et qui n'est autre chose qu'un problème de géométrie relatif à la théorie des coniques. L'énoncé est le suivant:

Etant donnée une ellipse ou une hyperbole, sur laquelle tombe un rayon parallèle à l'axe focal, à quelle condition géométrique le rayon réfracté passera-t-il par l'un des foyers? Supposons, pour préciser, qu'il s'agisse de l'ellipse, rencontrée en B par un rayon parallèle au grand axe (fig. 2). Joignons B au foyer I, prenons sur la parallèle à l'axe une longueur BA égale à BI; puis menons la normale en B, sur laquelle nous abaisserons les perpendiculaires AL, IG. Descartes montre très simplement, par considération de triangles semblables, que les longueurs AL et IG doivent être entre elles comme l'axe DK est à la distance des foyers HI. Le rapport des longueurs AL et IG représentant d'ailleurs le rapport des sinus des angles ABL, IBG, la condition pour que le rayon AB passe, après réfraction, par le foyer I est, en somme, que les angles d'incidence et de réfraction aient leurs sinus dans le rapport de DK à HI. Il y a là un problème de mathématiques qui dut être assez facile pour Descartes, et qui peut bien remonter à ses premières recherches sur les coniques [1]. Tout au plus se demandera-t-on comment il avait eu l'idée de se le poser. Mais la construction d'instruments d'optique destinés à aider la vision était trop à l'ordre du jour, et, si l'on songeait à un contour elliptique ou hyperbolique, les foyers étaient trop désignés, ne fût-ce que par leurs noms, pour marquer les points où les rayons solaires avaient des chances de se concentrer, si c'était possible, pour que nous ne soyons pas autrement surpris de voir Descartes chercher de ce côté.

Mais la solution de ce problème tout géométrique ne donnait certes pas la loi de la réfraction. Elle apprenait seulement que des rayons parallèles à l'axe passeront après réfraction par le foyer I, si, pour certaines positions du point B sur la courbe,

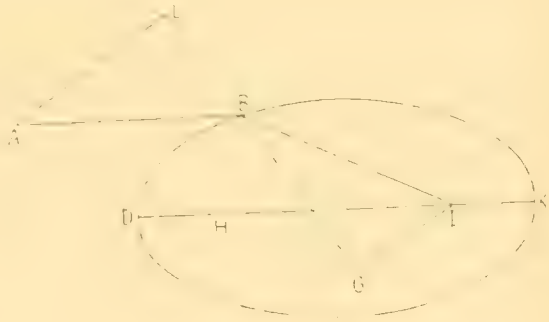


Fig. 2.

la loi inconnue suivant laquelle s'effectuent physiquement les réfractions permet que les sinus des angles ABL, IBG, aient entre eux le rapport voulu. Existera-t-il de pareilles positions du point B? Ce n'est pas impossible *a priori*. Qui sait si — supposée connue la loi de la réfraction — le problème qui aurait pour objet de trouver de tels points B ne pourrait pas devenir indéterminé? et qui sait si, pour une grandeur convenable donnée aux éléments de la conique, tous les rayons parallèles ne viendraient pas passer par I? Ce serait là le cas le plus heureux. Il se produirait si la loi de la réfraction, qui doit poser, elle aussi, une relation entre les angles, se confondait précisément avec la condition que le rapport des sinus restât le même, quel que fût le point B, — pourvu seulement que le rapport du grand axe à la distance des foyers représentât justement la valeur constante de ce rapport. Cette dernière valeur, si cela se réalisait, s'obtiendrait aisément par une seule expérience, faite sur un morceau de verre, et il resterait à le tailler selon un contour elliptique dont l'excentricité serait connue d'avance, pour que les rayons paral-

[1] Pour Fermat, le rapport des sinus sera égal au rapport des vitesses, et non à l'inverse comme pour Descartes.

[1] Cf. Kramer : *Op. cit.*

lèles à l'axe vinssent concourir au foyer après réfraction. Or, c'est là précisément l'expérience unique de Descartes. Mydorge a taillé un verre hyperbolique, — l'hyperbole devant avoir une excentricité connue d'après le rapport des sinus calculés dans une observation quelconque sur un morceau de verre, — et le succès de l'expérience a pu suffire pour changer en certitude ce qui n'était que soupçonné, sauf pour Descartes à y ajouter l'évidence dernière par la « ratiocination » que nous savons.

C'est Kramer, le premier, qui a essayé de rattacher ainsi la découverte de la loi des sinus à l'étude géométrique des coniques. Et, en vérité, il est surprenant que cela n'ait pas davantage frappé ceux qui, après lui, ont examiné la même question. Van Geer, dans sa notice sur Snellius, est amené à résumer le Mémoire de Kramer; il ne mentionne même pas ce qui est relatif au problème géométrique que Descartes a résolu. Le Professeur Korteweg, après avoir insisté sur l'invraisemblance du plagiat, se demande comment Descartes a pu parvenir à sa loi. Il juge très peu concluante, parce que trop peu précise, l'expérience rendue possible par le verre de Mydorge, et finalement, sans avoir mentionné non plus le problème sur les coniques, il s'en remet pour l'explication cherchée au caractère de Descartes, qui l'inclinait « à l'enthousiasme et aux convictions fortes, même en des choses incertaines ».

Au surplus, il est possible que le processus, tel qu'il vient d'être présenté, laisse subsister encore quelques difficultés. La Géométrie ayant conduit Descartes à mettre les sinus en évidence, n'aurait-il pas un peu vite soupçonné qu'une relation constante va porter précisément sur ces lignes dans le phénomène physique de la réfraction? Y aurait-il là quelque divination de génie, capable de nous surprendre par son caractère exceptionnel?

Remarquons, en tous cas, que l'étonnement serait aussi naturel pour la découverte de Snellius. Il ne suffit pas, en effet, de dire, avec Golius, qu'il a tiré sa loi de l'expérience. S'il l'en a tirée, c'est qu'il la lui a demandée, et que, ne doutant pas *a priori* de l'existence d'une relation constante, il a songé à porter son attention sur les cosécantes des angles d'incidence et de réfraction. Mais, en vérité, pour lui comme pour Descartes, y a-t-il là autre chose que la suite naturelle des recherches de Kepler? L'un et l'autre l'ont eu pour maître en Optique. Descartes le déclare nettement[1]; et quant à Snellius, il s'était de bonne heure lié d'amitié avec Kepler, qu'il avait connu à Prague, dans l'entourage de Tycho-Brahé. Or, quand on jette les yeux sur les écrits de Kepler relatifs à la réfraction, on est frappé de voir à quel point il est près de saisir la véritable loi. Ses expériences, répétées à l'aide d'un dispositif très simple, qui lui donne avec précision les angles d'incidence et de réfraction, l'amènent assez vite à corriger les résultats obtenus au XIIIe siècle par le Polonais Witelo : les angles eux-mêmes ne sont pas dans un rapport constant, comme celui-ci l'avait cru, du moins dès qu'ils cessent d'être très petits. Kepler cherche quelle correction il faut faire subir à l'énoncé de Witelo, et essaie de faire jouer un rôle aux sécantes des angles d'incidence. La figure sur laquelle il raisonne fait souvent songer à celle de Snellius, mettant en évidence les parties des rayons limitées par une normale voisine, et l'on se demande comment, parmi toutes les lignes qu'on peut essayer de comparer, il ne songe pas à ces deux longueurs. Quand il cherche de quoi dépend, dans la réfraction, le relèvement de l'image du fond, il songe, parmi un assez grand nombre d'hypothèses qu'il énumère, à faire intervenir les sinus des angles d'incidence... (*Quinto, an ascendant imagines in proportione sinuum inclinationum?* Frisch, II, p. 184.) Il ne s'agit pas là précisément de saisir le rapport entre les sinus des angles qui se correspondent par la réfraction, mais il est intéressant de voir Kepler porter tout naturellement son attention sur les lignes trigonométriques des angles, tantôt sur la sécante, tantôt sur le sinus. Bref, on sent, en le lisant, qu'il ne lui a presque rien manqué pour parvenir à la loi de la réfraction ; et, loin d'être surpris par la découverte simultanée de ses continuateurs, Snellius et Descartes, on s'étonne de ne pas la trouver chez Kepler lui-même.

Peut-être alors vraiment toutes les difficultés tombent-elles, dans la question qui nous préoccupait. S'il en reste du moins, provenant du ton ou de l'attitude de Descartes, s'il nous apparaît parfois comme ne ressemblant à personne, eh bien! c'est qu'il est Descartes, et c'est en quoi ses singularités nous intéressent presque autant que ses découvertes elles-mêmes, pourvu seulement qu'on n'en tire point argument dans une accusation que ne pourrait plus étayer un seul grief positif.

G. Milhaud.

Professeur à l'Université de Montpellier.

[1] Adam et Tannery : T. II, p. 86.

LES IONS ET LA THÉRAPEUTIQUE

Pour bien comprendre ce qu'on entend aujourd'hui par le mot *ion*, il faut se reporter aux idées du suédois Swante Arrhenius sur les solutions.

D'après ce savant, quand une certaine quantité de chlorure de sodium, par exemple, est dissoute dans l'eau, nous devons admettre que cette solution contient : d'une part, un certain nombre de molécules intactes NaCl; d'autre part, un certain nombre de molécules dissociées en leurs éléments constitutifs Na et Cl. Ce qui caractérise essentiellement ces éléments dissociés, c'est que chacun d'eux possède une charge électrique distincte, tandis que les molécules non dissociées sont électriquement neutres. Ces éléments de la dissociation moleculaire, chargés électriquement, sont les *ions*.

Le signe de la charge des ions varie avec la famille chimique à laquelle ces éléments appartiennent : les métaux, les alcaloïdes portent des charges positives; les radicaux acides sont chargés négativement.

Dans la solution de chlorure de sodium que nous avons prise comme exemple, les molécules non dissociées sont neutres; les ions Na sont chargés positivement, les ions Cl sont chargés négativement : les charges positives et les charges négatives se font équilibre; qu'on fasse passer un courant électrique dans cette solution, les ions se mettront en mouvement : les ions $\overset{+}{Na}$, chargés positivement, se dirigeront vers l'électrode négative : ce sont des *cations* (χατα, en bas; ιω, je vais); les ions Cl, chargés négativement, se dirigeront vers l'électrode positive : ce sont des *anions* (ανα, en haut; ιω, je vais).

L'effet du courant électrique est d'attirer les ions vers les électrodes, tandis que de nouvelles molécules se scindent pour remplacer, dans la solution, les ions qui disparaissent aux électrodes en perdant leur charge électrique. Ce double mouvement des ions constitue le courant électrique lui-même. On conçoit donc que le courant électrique ne peut être transmis que par les liquides dissociables par l'électricité. Depuis fort longtemps, on avait remarqué que les substances liquides ou dissoutes se comportent de deux manières différentes par rapport au courant électrique : les unes, comme l'alcool, les solutions de sucre, ne conduisent pas l'électricité; les autres, comme les acides, les bases et les sels, conduisent l'électricité. Les substances qui conduisent le courant éprouvent en même temps des modifications dans leur nature chimique, sont décomposées, *électrolysées* par le courant : ce sont des *électrolytes*.

Le passage de l'électricité à travers un électrolyte s'accompagne donc de la libération, aux électrodes, des ions respectifs, qui s'y déposent comme dans la galvanoplastie, ou qui donnent lieu à des réactions secondaires comme dans la fabrication de la soude par électrolyse du sel marin.

Certaines substances ne donnent pas naissance à deux ions seulement, comme le chlorure de sodium, mais leurs molécules se divisent en trois ions; la molécule de sulfate de soude Na^2SO^4 se divise en trois ions : un ion négatif SO^4 et deux ions positifs Na. Dans ce cas, l'ion SO^4, qui fait équilibre à deux ions Na, est appelé ion bivalent.

La molécule de perchlorure de fer $FeCl^3$ se divise en quatre ions : un ion Fe et trois ions Cl; l'ion fer, dans ce cas, est trivalent; il équivaut à trois ions chlore.

Le nombre d'ions libérés dans une solution varie avec le degré de concentration : une solution concentrée contient peu d'ions; très étendue, elle en contient un grand nombre. La dissociation des ions progresse quand on dilue, elle régresse quand on concentre; l'équilibre est obtenu quand toutes les molécules sont dissociées. On arrive ainsi à une constante pour toutes les dilutions d'un même électrolyte, variable d'un électrolyte à l'autre. Cette constante de dissociation, qui exprime l'aptitude d'un corps à la dissociation, traduit aussi son aptitude à réagir mesure cette affinité, cette « force » des réactifs que les chimistes ont remarquée depuis longtemps sans pouvoir la définir. Les acides forts sont les plus dissociés, et la valeur de la constante de dissociation ou d'affinité décroît à mesure qu'on passe des acides forts (nitrique, sulfurique) aux acides faibles (acétique, butyrique). Tous les acides donnent, d'ailleurs, à côté d'un anion spécifique, le même cation H; les propriétés communes qui traduisent leur caractère « acide » ne sont autres que les propriétés de l'ion $\overset{+}{H}$.

I

De ces notions, bien connues des lecteurs de la *Revue générale des Sciences*, découlent des conséquences fort importantes au point de vue physique, chimique et biologique. On sait que la pression osmotique d'une solution est déterminée par le nombre de molécules par litre de cette solution; c'est, pour une quantité quelconque de cette solution, le quotient du nombre des molécules par le

volume en litres. Si l'on calcule la pression osmotique que devra avoir une solution de sucre, d'urée, l'expérience vérifie le chiffre calculé ; mais, avec les corps de nature saline (acides, bases, sels), c'est-à-dire avec les électrolytes, la pression réelle est supérieure à la pression prévue; il semble qu'il y ait plus de molécules qu'on n'en a mis. Ce fait résulte de la dissociation électrolytique, de l'ionisation. Quand une molécule K^2SO^4 portée dans l'eau subit cette dissociation électrolytique, elle fournit deux cations $\overset{+}{K}$ et un anion $\overset{=}{SO^4}$, soit trois particules au lieu d'une; la pression osmotique sera triplée, les ions dissociés comptant au même titre que les molécules entières pour l'établissement de la pression.

L'eau se congèle à 0 degré. La dissolution dans l'eau d'une substance comme le sucre, l'alcool, dont la solution ne conduit pas l'électricité, abaisse la température de congélation de la solution proportionnellement à la concentration moléculaire; les solutions électrolytiques présentent un abaissement du point de congélation plus grand que celui qu'on calcule d'après la concentration moléculaire en poids. Là encore il s'agit d'un phénomène ionique.

Une des objections que quelques chimistes ont soulevées au début contre la théorie de l'ionisation était leur surprise de voir, par exemple, des atomes K circuler librement dans l'eau sans produire la réaction intense que détermine un fragment de potassium; mais l'ion K se trouve dans un état énergétique tout particulier, tout différent de celui des molécules de potassium solide. L'état électrique particulier des ions leur communique des propriétés, des capacités de réaction toutes spéciales.

Les actions chimiques et, par suite, les actions toxiques, antiseptiques et médicamenteuses des substances électrolytiques sont presque exclusivement des actions ioniques. Lorsque nous précipitons un chlorure par un sel d'argent, nous obtenons la réaction de l'ion $\overset{+}{Ag}$ sur l'ion $\overset{-}{Cl}$; seuls, les composés électrolytes du chlore capables de libérer l'ion Cl lui-même donnent, avec le nitrate, de chlorure d'argent; dans les solutions de chloral, du chlorate de potassium, une solution de nitrate d'argent ne détermine pas de précipité; ici, en effet, le chlore ou bien se trouve dans une molécule non électrolyte, ou bien fait partie d'un ion complexe tel que l'ion ClO^3, dont les réactions sont différentes de celles de l'ion Cl.

Les propriétés toxiques et pharmacologiques dépendent essentiellement des groupements ioniques; ce n'est ni l'atome, ni la molécule, c'est l'ion qui est le groupement le plus important à connaître pour le médecin. Considérons, par exemple, les phosphures et les phosphates : les uns sont extrêmement toxiques; les autres n'ont aucune toxicité; c'est à l'ion phosphore que les phosphures doivent leurs propriétés toxiques ou thérapeutiques. La molécule des phosphates contient le phosphore dans la même proportion que celle du phosphure, mais ce phosphore fait partie d'un ion complexe PO^4, dont les propriétés sont absolument différentes de celles de l'ion phosphore. De même, on ne pourrait instituer une médication ferrugineuse avec des ferrocyanures : ils contiennent du fer; cependant, ils ne manifestent aucune des propriétés du cation Fe; le ferrocyanure de potassium, par exemple, donne un anion tétravalent $FeCAz^{\equiv}$ et quatre cations monovalents K ; mais il ne donne aucun cation Fe; il ne peut donc pas produire l'action thérapeutique du fer :

La connaissance de la nature ionique des actions médicamenteuses est indispensable au médecin.

Introduire dans l'urètre des combinaisons protéiques de l'argent, c'est épargner à la muqueuse du patient la sensation désagréable causée par le nitrate, mais c'est aussi le priver de l'action antiseptique et cautérisante de l'ion Ag.

Un de mes confrères, chirurgien distingué de province, s'étonnait devant moi de pouvoir, sans déterminer d'accidents, introduire dans des articulations tuberculeuses des quantités énormes de glycérine phéniquée; ce fait s'explique aisément par la théorie des ions : les solutions glycérinées ne conduisent pas l'électricité; la glycérine ne dissocie pas les électrolytes; dans les solutions glycérinées, l'absence des effets ioniques amène la disparition des effets toxiques. Stéphane Leduc a observé plusieurs personnes ayant avalé une cuillerée à bouche de glycérine au phénol à parties égales sans accidents, ni caustiques, ni toxiques; la même dose, étendue d'eau, eût été mortelle.

Paul et Krönig[1], en 1896-1897, ont montré que l'action bactéricide des sels de mercure varie avec le degré de dissociation, avec le nombre d'ions actifs. Pour une même concentration moléculaire, le chlorure et le bromure mercurique, qui sont, à peu près, aussi fortement dissociés, ont une action désinfectante peu différente, tandis que le cyanure est à peu près sans action bactéricide. En étudiant l'action du bichlorure, du bibromure et du cyanure de mercure sur les spores du *Bacillus Anthracis*, l'expérience donna : après l'action pendant vingt minutes d'une solution d'une molécule d'$HgCl^2$ dans 64 litres d'eau, 7 colonies; après l'action pendant vingt minutes d'une molécule d'$HgBr^2$ dans 64 litres

[1] Th. Paul et B. Krönig : Ueber das Verhalten der Bakterien zu chemischen Reagentien. *Ztschr. physik. Chem.*, t. XXI, p. 414, 1896. — Die chemischen Grundlagen der Lehre von der Giftwirkung und Desinfection. *Ztschr. Hyg.*, t. XXV, p. 1, 1897.

d'eau, 34 colonies; après l'action pendant vingt minutes d'une solution de bicyanure de mercure $HgCy^2$ quatre fois plus concentrée, une molécule dans 16 litres d'eau, un nombre incomptable de colonies. Après quatre-vingt-cinq minutes d'action, les solutions de $HgCl^2$ et de $HgBr^2$ ne laissent aucune colonie se développer; la solution plus concentrée de $HgCy^2$ laisse encore se développer 33 colonies. Dans ces solutions, l'ion actif, l'ion bactéricide, c'est l'ion Hg, qui existe en grand nombre dans la solution notablement dissociée de $HgCl^2$ et qui existe en petit nombre dans la solution peu dissociée de $HgCy^2$.

En médecine humaine, où l'on a si souvent à utiliser l'action antisyphilitique du mercure, il importe d'utiliser des préparations où l'action spécifique des ions Hg pourra s'exercer. Il n'est pas sûr que la thérapeutique antisyphilitique ait une valeur quelconque lorsqu'on utilise une substance organique complexe, indolore ou agréable à manier, mais d'une efficacité peut-être contestable.

Comme l'action bactéricide, comme l'action thérapeutique, la douleur semble être produite par l'ion Hg, ion actif; éviter la douleur, c'est, pour certaines préparations, supprimer l'efficacité. M. Stéphane Leduc, pour obtenir un médicament mercuriel actif, mais supportable, a utilisé les propriétés des ions: il est possible de faire diminuer la quantité d'un ion déterminé qui se trouve libre dans un certain volume de solution sans pour cela toucher à la quantité brute du sel introduit. Si l'on ajoute des ions Cl à une solution de $HgCl^2$, il se reforme des molécules $HgCl^2$ et le nombre des ions Hg diminue par conséquent; il suffit donc d'ajouter un sel à même anion, un chlorure dont le cation soit sans action toxique, NaCl, par exemple, pour faire régresser le nombre des ions Hg dans le liquide. Ajouter du chlorure de sodium à une solution de sublimé, c'est en diminuer la puissance; mais, si l'on injecte cette solution dans les tissus du corps humain, par la diffusion dans le sang et l'action régulatrice de l'économie sur la concentration de NaCl, la dissociation revient ce qu'elle eût été sans l'addition de chlorure de sodium.

Aussi Stéphane Leduc conseille la préparation suivante :

Sublimé	0 gr. 20
Chlorure de sodium recristallisé. .	1 gr.
Eau distillée	100 gr.

L'injection sera pratiquée trois fois par semaine, dans les muscles de la fesse, très lentement et à la dose de 5 à 10 centimètres cubes ; ce traitement a permis à Leduc de guérir complètement des cas de tabès au début.

Le fait que l'addition d'un électrolyte à un autre électrolyte peut abaisser la dissociation peut produire nombre de résultats curieux ; la baisse d'ionisation est d'autant plus notable que l'électrolyte était moins dissocié; pour les corps peu solubles, l'addition d'un électrolyte peut entraîner même une diminution de la solubilité. L'acide urique est un acide très faible, très peu dissocié, et ses sels ne le sont guère davantage; si, à une solution saturée d'urate acide de Na, on ajoute NaCl, c'est-à-dire des ions Na en abondance, on diminue la dissociation de l'urate; il se reforme des molécules d'urate qui, ne pouvant trouver place dans la solution puisque celle-ci est saturée, se précipitent. L'addition de carbonate ou de bi-carbonate de soude diminue également la solubilité de l'urate. On arrive donc à cette conclusion inattendue que, lorsqu'on administre aux goutteux du bicarbonate de soude, des sels de lithium, on n'arriverait pas, si ces sels pénétraient vraiment dans le sang, à dissoudre les concrétions uratiques, mais, au contraire, on entraverait leur dissolution[1].

II

Ces quelques exemples montrent de quelle utilité la théorie des ions peut être pour la Pharmacologie, la Thérapeutique et la Médecine générale; mais la plus curieuse, sinon la plus importante, des applications de cette théorie réside dans l'électrolyse médicamenteuse, la pénétration électrique des ions.

L'introduction tout empirique de substances dans l'organisme par le courant galvanique a déjà une histoire longue. La première tentative d'introduction de médicaments à l'aide du courant de la pile remonterait à Rossi (1803). Dès 1833, Fabré-Palaprat prétendait introduire électrolytiquement de l'iode dans le corps humain; plus près de nous, à partir de 1880, les travaux se multiplient : on essaie le traitement des névralgies par l'introduction électrolytique de la cocaïne, de la syphilis par les bains hydrogalvaniques de sublimé; on fait des tentatives de traitement de la goutte et du rhumatisme par l'introduction électrolytique du lithium. Tous ces travaux, malgré leur intérêt, ne pénétraient pas dans le public médical, car ils présentaient des conclusions souvent contradictoires. Il semble que c'est à Frankenhauser, Bordier, et surtout à Leduc que revient le grand mérite d'avoir donné de la méthode un exposé clair et rigoureux, d'en avoir précisé et étendu les applications, d'avoir éveillé l'attention des praticiens sur une thérapeutique qui paraît douée d'une grande puissance et d'une rare précision.

Les ions, avec leur état énergétique particulier,

[1] L. C. Maillard : La dissociation électrolytique dans les sciences physiologiques et pharmacologiques. *Journal de Pharmacie et de Chimie*, 16 novembre 1906.

jouent un grand rôle dans l'action des solutions médicamenteuses; mais, si l'on vient à faire passer un courant dans ces solutions, à l'action chimique propre des ions viennent s'ajouter les avantages que procure leur transport vers l'électrode. Puisque les radicaux acides et les métalloïdes vont vers le pôle positif, que les métaux, y compris l'hydrogène, vont au pôle négatif, il suffira d'interposer dans le circuit le corps humain pour faire pénétrer les radicaux métalliques sous le pôle positif, les radicaux acides sous le pôle négatif.

L'organisme humain, en raison de sa teneur en chlorure de sodium (5 grammes par litre d'après les physiologistes), est le siège d'un mouvement d'ions dans les deux sens, d'un double déplacement des ions de la molécule NaCl; l'anion chlore se dirige vers le pôle positif, le sodium se dirige vers l'électrode négative.

Arrivés aux électrodes, ces ions auront une destinée différente suivant que le courant aura été amené à l'organisme à l'aide d'électrodes métalliques où à travers des solutions électrolytiques[1].

Si les électrodes sont inattaquables par les produits de la décomposition électrolytique, les tissus étant constitués principalement par NaCl, l'anion Cl se dégage à l'anode, et, après avoir abandonné sa charge au contact de l'électrode positive, emprunte de l'hydrogène au tissu sous-jacent qu'il détruit, et reconstitue l'acide correspondant :

$$2Cl + H^2O = 2HCl + O.$$

Le cation Na, après avoir abandonné sa charge électrique au contact de la cathode, reprend les caractères chimiques des métaux alcalins et emprunte l'hydroxyle du tissu sous-jacent qu'il détruit pour reconstituer la base correspondante :

$$Na + H^2O = NaOH + H.$$

Dans ce cas, on obtient à l'anode et à la cathode une action caustique destructive; c'est précisément sur cette propriété que repose tout entière l'électrolyse caustique.

Si les électrodes sont attaquables par les produits de la décomposition électrolytique, s'il s'agit d'électrodes en zinc par exemple, il y aura comme précédemment formation à l'anode de l'acide HCl, qui attaquera à son tour l'électrode en zinc avec formation de chlorure de zinc $ZnCl^2$; ce chlorure de zinc pourra donner lieu sur le tissu à une action secondaire des plus intéressantes : les métrorragies, en particulier, cèdent rapidement à l'électrolyse avec une anode de zinc (60 à 100 milliampères pendant 20 à 30 minutes), car l'ion zinc constitue le coagulant le plus efficace de tous ceux dont dispose la médecine (Leduc).

Si les électrodes sont des électrolytes, c'est-à-dire des solutions de sels, d'acides ou de bases, la théorie fait prévoir qu'il se produira un double courant ionique des électrodes vers les tissus humains et des tissus vers les électrodes; le radical acide, repoussé par le pôle négatif, pénétrera sous la cathode; le métal, repoussé par le pôle positif, pénétrera dans le corps humain sous l'anode.

Stéphane Leduc a donné de ces faits une démonstration très ingénieuse, grâce au dispositif expérimental suivant : Si l'on applique convenablement sur l'oreille d'un lapin une solution de sulfate de strychnine et qu'on fasse passer un courant électrique, le lapin sera intoxiqué et présentera une attaque typique de tétanos suivie de mort si l'électrolyte sulfate de strychnine est placé au pôle positif; le lapin restera indemne si l'application est faite au pôle négatif; dans cette expérience, en effet, c'est le radical strychnine qui est toxique et la strychnine ne peut pénétrer que sous l'anode.

Si l'on applique sur l'oreille d'un lapin une solution de cyanure de potassium et qu'on fasse passer un courant électrique, le lapin sera intoxiqué et succombera rapidement si le cyanure est placé au pôle négatif; il restera indemne si le cyanure est placé au pôle positif; dans cette expérience, en effet, c'est le radical cyanique qui est toxique, et ce radical ne peut pénétrer que sous la cathode.

Arrivés dans l'organisme humain, les ions se comportent très différemment suivant leur nature : l'ion strychnique est rapidement absorbé par la circulation générale et produit la mort en quelques minutes; l'ion permanganique ne diffuse absolument pas et reste longtemps à l'endroit d'introduction. Si, par exemple, on se sert d'électrodes constituées par une solution de permanganate de potasse, l'ion permanganique pénétrera dans les tissus sous la cathode et ponctuera la peau d'un pointillé noirâtre durable; sous l'anode pénétrera l'ion potassium, qui ne déterminera aucune modification apparente de la peau.

Ces faits expérimentaux montrent qu'il est possible de faire pénétrer dans l'organisme, au point où on le désire, un médicament donné; de cette constatation est née la thérapeutique électro-ionique.

Cette thérapeutique n'est pas très compliquée; elle n'exige qu'un courant électrique convenable, une substance active, des électrodes appropriées.

Le courant électrique doit être un courant continu de faible intensité, qui n'atteint qu'exceptionnellement 100 milliampères, mais d'assez forte tension (30 à 50 volts), car la résistance du corps

[1] Stéphane Leduc : Les nouvelles théories des solutions dans leurs rapports avec la médecine. *La Presse Médicale*, septembre 1906, nos 70, 72, 74, 76.

humain est considérable; sur le trajet du courant entre les bornes de prises du courant et les électrodes, on intercale un réducteur de potentiel et un milliampèremètre permettant de graduer et de mesurer l'intensité du courant qui doit traverser le patient. Les électrodes seront larges ; elles seront constituées par des plaques de métal souple (étain), que l'on séparera de la peau par d'épaisses couches de tissu de coton hydrophile imprégné soit d'eau salée, soit de l'électrolyte choisi.

Les solutions électrolytiques seront faites avec de l'eau aussi pure que possible, distillée et conservée à l'abri de l'air. La concentration des solutions qui imprègnent les électrodes n'a aucune influence sur l'introduction des ions ; les effets produits ne dépendent que de la nature des ions et de l'intensité du courant. A d'autres égards, la concentration, cependant, n'est pas indifférente, et l'on ne doit pas appliquer sur la peau des solutions d'acides ou de bases à concentration de 1 °/₀ qui produiraient des actions caustiques directes sans le courant électrique.

Les actions ioniques offrent des effets aussi variés que le nombre des ions et les doses différentes auxquelles on peut les employer.

L'ion *quinique* a été employé avec succès par Leduc contre certaines névralgies ; je l'ai moi-même employé dans le traitement de néoplasmes ulcérés et douloureux ; l'action analgésique a été extrêmement remarquable.

L'ion *zinc* a été employé comme hémostatique et comme désinfectant.

L'ion *salicylique* a été employé, avec le plus grand succès, dans le traitement de variétés très diverses d'arthrites rhumatismales, contre des tics douloureux de la face ayant resisté à plusieurs opérations chirurgicales.

Une des actions les plus constantes des traitements électro-ioniques est l'influence résolutive, sur les formations scléreuses et cicatricielles, des cathodes formées par une solution de chlorure de sodium. J'ai vu une ankylose fibreuse complète de l'index, consécutive à une plaie septique profonde du doigt, disparaître en quelques séances par l'influence de l'ionisation sous une cathode de chlorure de sodium; nul massage n'aurait pu produire un résultat aussi rapide. Le Professeur Leduc a publié maintes observations encore plus probantes, celle, entre autres, d'un jeune soldat, atteint d'une ankylose des doigts à la suite d'un phlegmon de la main et qui, pendant six mois, fut soumis, dans un hôpital militaire, à des traitements divers, parmi lesquels des mobilisations forcées sous le chloroforme; le résultat étant nul, le malade fut réformé. Après *deux* séances d'électrolyse, la main dans un bain d'une solution de chlorure de sodium servant de cathode, avec un courant de trente milliampères, pendant trente minutes, les mouvements revinrent si complètement qu'il ne resta aucune trace d'ankylose.

Un garde forestier, après six mois d'immobilisation pour une arthrite fongueuse, avait depuis cinq mois une ankylose complète d'un genou; Leduc fit neuf séances d'électrolyse (compresse cathode imprégnée d'une solution de chlorure de sodium; 100 milliampères pendant 40 minutes), et, à la suite de ce traitement, le malade marchait parfaitement et pouvait reprendre ses fonctions de garde forestier. On pourrait citer d'autres exemples : du reste, ils se multiplieront à mesure que s'étendra davantage l'application de cette thérapeutique.

III

L'électro-ionisation est une branche des plus intéressantes de l'électro-thérapie ; elle date seulement de quelques mois, et déjà elle a donné les résultats les plus encourageants. C'est pour cela que nous avons cru intéressant de la présenter succinctement aux lecteurs de la *Revue*.

Comme nous l'avons dit plus haut, la connaissance des ions et de la dissociation électrolytique est aujourd'hui indispensable au médecin. C'est aux ions libres qu'il faut rapporter la plupart des réactions produites par les acides, les bases et les sels; tous ceux qui connaissent le rôle primordial, chez les êtres vivants, des matières minérales d'abord, puis des acides organiques et des bases organiques, comprendront que l'intervention des ions dans les réactions de l'organisme est prépondérante et que, devant la théorie des ions, s'ouvre aujourd'hui non seulement le territoire immense de la Chimie, mais le domaine de la Pharmacologie et de la Biologie tout entier.

Dr P. Desfosses.

REVUE ANNUELLE DE BOTANIQUE

I. — État actuel de nos connaissances sur la réduction chromatique.

Le perfectionnement des méthodes techniques, la rencontre de matériaux d'études plus favorables et aussi l'influence de considérations théoriques ont provoqué, dans le domaine de l'histologie végétale, un changement de vues à peu près radical en ce qui concerne les questions de karyokinèse et de réduction chromatique.

Il y a à peine deux ou trois ans, l'accord semblait établi sur les données suivantes : des deux divisions de maturation des cellules sexuelles, la première, ou division hétérotypique, est caractérisée par la réduction de moitié du nombre des chromosomes ; la seconde, ou division homotypique, ne diffère pas essentiellement des divisions typiques ou divisions des noyaux végétatifs. Les chromosomes isolés par ces deux divisions successives doivent leur origine à un double clivage longitudinal et non à une scission transversale, capable, dans l'une ou l'autre division, de séparer dans un même chromosome deux parties dissemblables, c'est-à-dire chargées de propriétés héréditaires différentes. La division est donc simplement réductrice au point de vue quantitatif ; elle ne saurait l'être au point de vue qualitatif. La division hétérotypique et la division homotypique sont l'une et l'autre des divisions équationnelles ; aucune ne revêt le caractère d'une division réductionnelle. Telle était l'opinion de la majorité des botanistes, Strasburger, Guignard, Grégoire, Mottier, Sargant, Schniewind-Thies, Ernst, etc...

Seuls, Belajeff, Ishikawa, Atkinson et quelques autres étaient d'un avis contraire et croyaient à une division réductionnelle, qu'ils faisaient coïncider avec la division homotypique [1].

En 1903, parut une communication préliminaire de Farmer et Moore [2] qui eut un grand retentissement et dans laquelle ces savants donnaient de la division hétérotypique une interprétation toute nouvelle. Le chromosome hétérotypique ne doit pas son aspect à un double clivage longitudinal. A la prophase de la division hétérotypique, le filament de linine fendu longitudinalement se contracte en formant des boucles ou des U dont les plis tendent de plus en plus à se placer parallèlement, à mesure que cette phase progresse. Les branches de ces boucles ou de ces U se rapprochent encore une fois, et toute trace de séparation disparaît. Le chromosome hétérotypique résulte donc de la soudure de deux chromosomes clivés ; il est bivalent, et la division qui libérera les deux chromosomes simples sera une division transversale. Ainsi, d'après ces conclusions, non seulement il existerait une division réductionnelle, mais encore cette division réductionnelle coïnciderait avec la division hétérotypique et non avec la division homotypique, comme le croyaient Ishikawa, Belajeff et Atkinson.

Ce fut le point de départ d'une série de recherches nouvelles. Gregory [1] dans les Fougères, Williams [2] dans les Dictyotacées, Strasburger [3] dans les *Galtonia*, *Funckia* et *Thalictrum*, Rosenberg [4] dans le *Drosera*, Miyake [5] dans les cellules-mères polliniques des Monocotylédones, Overton [6] dans les cellules-mères polliniques des Dicotylédones, confirment dans ses points essentiels l'hypothèse de Farmer et Moore, tandis que Grégoire [7], Berghs [8] et Allen [9], qui étudient surtout les genres *Lilium* et *Allium*, arrivent à des résultats différents, sans nier la possibilité d'une division réductionnelle.

Cet engouement subit des botanistes pour la division réductionnelle est attribuable en grande partie aux progrès de nos connaissances sur l'hybridation ; car les lois de Mendel relatives à la disjonction des hybrides s'expliquent difficilement sans l'hypothèse d'une réduction qualitative [10].

A la vérité, quelque grosse de conséquences que soit cette nouvelle interprétation des mitoses sexuelles, la distance n'est pas grande, au point de vue histologique, entre l'ancienne et la nouvelle

[1] Voir dans la *Revue générale des Sciences*, 11e année, n° 18, 1900, la *Revue annuelle de Botanique*, p. 1051.

[2] J. B. Farmer and J. G. S. Moore : New investigations into the Reduction of Animals and Plants. *Proc. Roy. Soc.*, 1903.

[1] Gregory : Spore-formation in Leptosporangiate Ferns. *Ann. of Bot.*, 1904.

[2] Williams : Studies in the Dictyotacées. *Ann. of Bot.*, 1904.

[3] Strasburger : Ueber Reduktionsteilung. *Sitzungsber. d. Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss. Phys. Math.*, 1904. Histologische Beiträge zur Vererbungsfrage. I. Typische and Allotypische Kernteilung. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1905.

[4] Rosenberg : *Ueber die Reduktionsteilung in Drosera.* Stockholm, 1904.

[5] Miyake : Histologische Beiträge zur Vererbungsfrage. III. Uber Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Monokotylen. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1905.

[6] Overton : Id. IV. Ueber Reduktionsteilung in den Pollenmutterzellen einiger Dikotylen. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1905.

[7] Grégoire : La réduction numérique des chromosomes et les cinèses de maturation. *La Cellule*, 1904.

[8] Berghs : La formation des chromosomes hétérotypiques dans la sporogénèse végétale, 1904.

[9] Allen : Chromosome Reduction in Lilium canadense. *Bot. Gaz.*, 1904. — Histologische Beiträge zur Vererbungsfrage. II. Das Verhalten der Kernsubstanzen während der Synapsis. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, 1905.

[10] Les lois de Mendel ont été exposées dans la *Revue générale des Sciences* de 1904, par Cuenot.

hypothèse. Pour qu'une réduction quantitative soit en même temps qualitative, il suffit d'admettre que le chromosome hétérotypique, le chromosome en tétrade, résulte non d'un double clivage longitudinal, mais de l'accolement de deux chromosomes simples et clivés ; les aspects peuvent être identiques dans les deux cas, mais la séparation ultérieure des chromosomes simples sera une division transversale dans la seconde hypothèse.

A cet égard, l'entente semble bien près de s'établir entre les botanistes. Mais d'autres questions restent à élucider. Quelle est la nature des chromosomes simples qui s'accouplent en un chromosome bivalent? Comment et à quel moment se fait cet accouplement? Le chromosome, support des qualités héréditaires, est-il un élément qui conserve son individualité au milieu des phases si compliquées qu'il doit parcourir? Tels sont les points qui, actuellement, retiennent l'attention des chercheurs et aussi ceux qui présentent le plus d'intérêt pour l'intelligence des phénomènes d'hérédité.

Le noyau d'une cellule-mère sexuelle, après la division qui lui a donné naissance, passe par une phase de repos caractérisée par la disposition réticulée du filament de linine, sur lequel se trouvent distribués de nombreux grains de chromatine. Van Wisselingh[1] d'abord, et plus tard Grégoire et Wygaërts[2], ont nié l'existence de la linine, ou du moins ont prétendu que granules et filaments sont de même nature, qu'il n'y a pas à distinguer la linine de la chromatine et que, dans le noyau, à l'exception des nucléoles, tout ce qui est figuré est de la chromatine. Mais la majorité des botanistes est d'un avis contraire. Un résultat plus important des recherches de Grégoire et de Wigaërts, parce qu'il plaide en faveur de l'autonomie des chromosomes, est que le réseau d'un noyau sexuel se présente comme une association de chromosomes alvéolisés et réticulés. Le noyau au repos contient d'ailleurs plus d'un nucléole, le plus souvent de deux à quatre, d'inégale grosseur.

Pendant le stade de repos, le noyau grandit et sa masse de chromatine s'accroît. Quand la croissance a pris fin, les granules de chromatine épars sur le réseau se rassemblent autour de certains centres, dont le nombre paraît correspondre à celui des chromosomes somatiques. A ce moment, le réseau commence à se diriger avec les nucléoles vers un côté de l'enceinte nucléaire et le noyau, entre dans la phase synapsis.

C'est en 1895 que Moore appliqua pour la première fois ce terme à une phase du développement des noyaux sexuels qui précède la première division de maturation et qui se caractérise par l'agglomération des granules de chromatine en une masse fortement colorable et appliquée sur un des côtés du noyau, dont la surface restante paraît vide.

Déjà, en 1882, Strasburger[1] avait observé et figuré ce stade dans les cellules-mères du *Fritillaria persica*. Onze ans plus tard, Zimmermann[2] le découvre dans le sac embryonnaire et les cellules-mères du pollen du *Lilium*. En 1896, Dixon[3] confirme sa réalité dans la même plante et admet, avec Moore[4], que c'est une phase naturelle du développement des noyaux sexuels. A partir de ce moment, de nombreux observateurs décrivent le stade synapsis dans les divers groupes de plantes : Lidforss[5], Smith[6], miss Lyon[7], Wiegand[7], Duggard[9], Merrel[10], Rosenberg[11], Murbeck[12], Ernst[13], Juel[14], Calkins[15], et miss Ferguson[16]. Ainsi il est légitime d'admettre que cette phase synapsis se rencontre dans le développement de nombreuses plantes vasculaires et qu'elle constitue un stade normal de leur évolution, bien que son interprétation ne soit pas encore définitive.

C'est un zoologiste, Montgomery[17], qui, d'accord avec d'autres zoologistes, Sutton, Boveri, avança que la réduction numérique des chromosomes est due à la réunion de deux chromosomes provenant l'un du père et l'autre de la mère. Cannon accepta cette hypothèse de la conjugaison de deux chromosomes dans le stade synapsis, parce qu'elle éclaire les lois de Mendel. Mais c'est surtout Strasburger qui a insisté sur ce stade et n'a pas hésité à le considérer comme l'étape la plus importante de la division hétérotypique, parce que c'est à ce moment que les supports héréditaires des caractères paternels et maternels se cherchent et s'accouplent tem-

[1] Van Wisselingh : Ueber das Kerngerust. *Bot. Zeit.*, 1899.
[2] Grégoire et Wygaerts : La reconstitution du noyau et la formation des chromosomes dans les cinèses somatiques. *La Cellule*, 1903.

[1] Strasburger : *Archiv. f. mikr. Anat.*, 1882.
[2] Zimmermann : *Beiträge z. Morph. und Physiol. der Pflanzenzelle*, 1893.
[3] Dixon : On the chromosomes of Lilium longiflorum. *Proc. Roy. Irish. Acad.*, 1895.
[4] Moore : *Loc. cit.*
[5] Lidforss : Zur Physiologie des pflanzlichen Kernes. *Acta Reg. Soc. Physiol. Lund*, 1897.
[6] Smith : A contribution to the life history of the Pontederiaceæ. *Bot. Gaz.*, 1898.
[7] Lyon : A contribution to the life history of Euphorbia corollata. *Bot. Gaz.*, 1898.
[8] Wiegand : *Bot. Gaz.*, 1899.
[9] Duggard : *Bull. Torr. Bot. Club*, 1899. *Bot. Gaz.*, 1900.
[10] Merrel : *Bot. Gaz.*, 1900.
[11] Rosenberg : *Meddel. från. Stockholm*, 1901.
[12] Murbeck : *Lunds Univ. Arsk.*, 1901. *Konigl. Svenska*, 1902.
[13] Ernst : *Flora*, Ergänz. Bd., 1902.
[14] Juel : *Flora*, Ergänz. Bd., 1902.
[15] Calkins : *Bull. Torr. Bot. Club*, 1897.
[16] Ferguson : *Proc. Wash. Acad. Sci.*, 1894.
[17] Montgomery : *Zool. Jahrb.*, 1901. *Biol. Bull.*, 1901, 1903 et 1904.

porairement, pour se disjoindre ensuite. Strasburger ne croit pas toutefois, comme les zoologistes, que les chromosomes parentaux préformés et nettement séparés se rapprochent dans le stade synapsis. Comme il l'a constaté dans les cellules-mères polliniques du *Thalictrum purpurascens*, ce sont les granules chromatiques des chromosomes correspon-

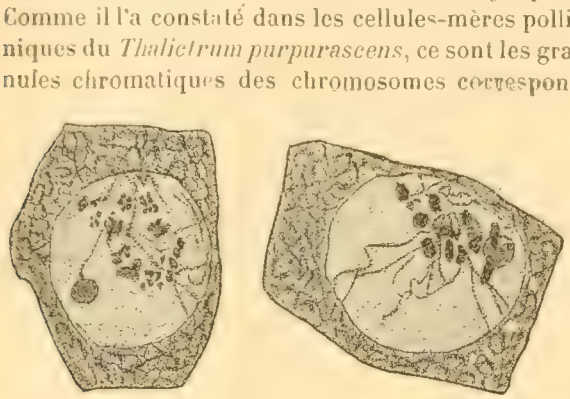


Fig. 1. — *Deux phases du stade synapsis dans le* Thalictrum purpurascens (d'après Strasburger).

dants qui s'assemblent en forme de petites masses autour de certains centres; pour que cet assemblage soit facilité, Strasburger pense même que les granules de chromatine abandonnent le réseau de linine (fig. 1). Comme le nombre de ces centres de réunion correspond au nombre réduit des chromosomes, il est naturel d'admettre que la chromatine d'un chromosome paternel et celle d'un chromoso-

Fig. 2. — *Cellule-mère pollinique de* Galtonia (d'après Strasburger). — Stade du spirème et dédoublement longitudinal du filament de chromatine.

me maternel se sont accouplées autour d'un centre commun. Les corps résultant de cet accouplement se disposent avec l'aide de la linine en un filament pelotonné. C'est le stade du spirème lâche, qui clôt la phase synapsis (fig. 2).

Le filament qui constitue le spirème se montre formé de granules de chromatine disposés en série et plongés dans la linine. Bientôt on peut observer un clivage longitudinal du filament, clivage qui doit être considéré comme une séparation des éléments accouplés dans le stade synapsis. Ce clivage précoce ne produira, d'ailleurs, tout son effet qu'à la seconde mitose. Le filament s'épaissit ensuite en devenant plus court et diminue le nombre de ses plis (fig. 3).

A ce moment se produit la segmentation de ce filament double en fragments dont le nombre correspond au nombre réduit des chromosomes. Chaque fragment se compose de deux filaments situés à côté l'un de l'autre et souvent tordus l'un sur l'autre; en un mot, chaque fragment représente deux chromosomes et mérite le nom de double chromosome.

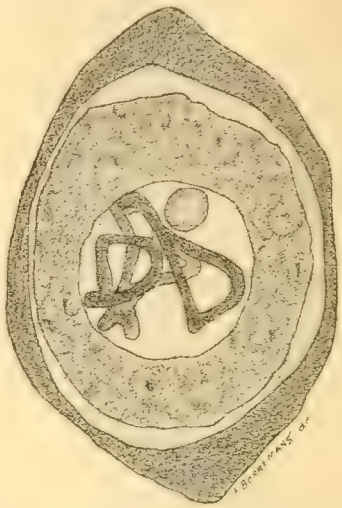


Fig. 3. — *Cellule-mère pollinique de* Galtonia (d'après Strasburger). — Raccourcissement et épaississement du filament de chromatine.

Les chromosomes doubles deviennent plus courts et plus épais à mesure que l'on approche de la constitution du fuseau et prennent des formes variables. Dans le *Galtonia*, étudié par Strasburger et Miyake, le phénomène se complique de la formation d'une chaîne de chromosomes. Après la segmentation, les chromosomes simples de chaque couple, s'épaississant et se raccourcissant, s'écartent l'un de l'autre; ils restent adhérents par l'une de leurs extrémités et unissent leurs extrémités libres aux extrémités libres des autres couples; ainsi se produit l'apparence d'une chaîne de chromosomes (fig. 4). A la suite d'un nouveau raccourcissement, la chaîne se disloque en couples de chromosomes isolés (fig. 5). Cette dislocation coïncide avec l'apparition du fuseau et la disparition de la membrane nucléaire (fig. 6).

Quel rôle jouent les nucléoles dans la karyokinèse? Strasburger[1], Némec[2] et Grégoire[3] pensent

[1] Strasburger: Uber Reduktionstheilung, 1900.
[2] Némec: *Bot. Centralbl.*, 1899.
[3] Gregoire: *La Cellule*, 1899.

qu'ils fournissent les matériaux nécessaires à la formation du fuseau. D'un autre côté, Gardner[1] et Wager[2] pensent que la substance nucléolaire est consommée par la formation des chromosomes, et récemment Mano[3] a émis la même opinion. Miyake[4],

Fig. 4. — *Cellule-mère pollinique de* Galtonia (d'après Strasburger). — Segmentation du filament de chromatine en huit chromosomes doubles. Chaîne de chromosomes.

se fondant sur ce fait que les nucléoles conservent leur grosseur et leur forme pendant la phase de segmentation et ne disparaissent que peu à peu

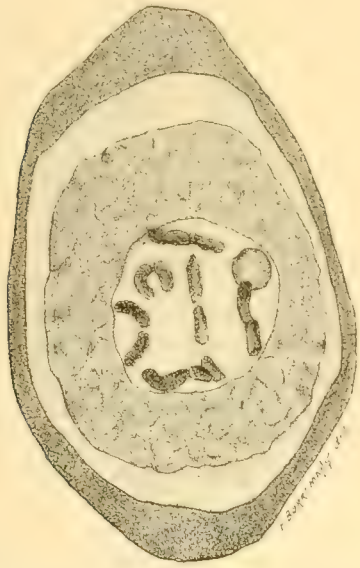


Fig. 5. — *Cellule-mère pollinique de* Galtonia (d'après Strasburger). — Les chromosomes bivalents sont complètement séparés.

à mesure que la formation du fuseau progresse, se rallie à la première hypothèse.

Quand le fuseau, d'abord multipolaire, puis bipolaire, est constitué, les doubles chromosomes attachés aux fils du fuseau s'ordonnent pour former la plaque nucléaire (fig. 7). La numération des chromo-

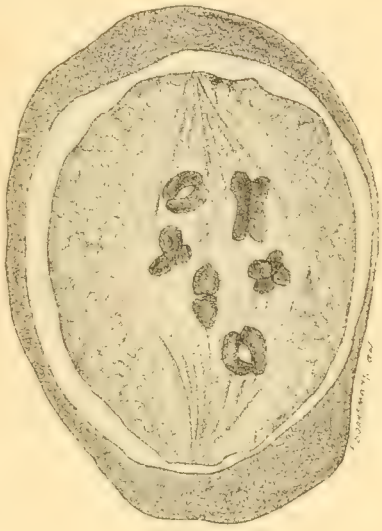


Fig. 6. — *Cellule-mère pollinique de* Galtonia (d'après Strasburger). — Formation du fuseau.

somes bivalents est alors facile : il y en a huit chez le *Galtonia*, six gros et deux petits, et ils présentent au début les formes les plus variées : ellipses ouvertes

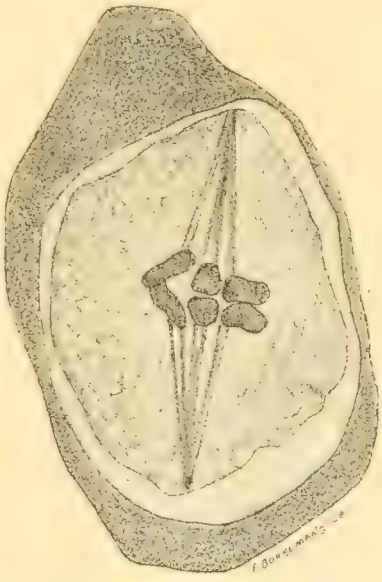


Fig. 7. — *Cellule-mère pollinique de* Galtonia (d'après Strasburger). — Division hétérotypique ou division transversale des chromosomes bivalents au moment de la première mitose de maturation.

ou fermées, anneaux, etc... Les chromosomes simples de chaque couple commencent alors à s'isoler, sans doute sous l'influence de la contraction des fils du fuseau auxquels ils sont attachés, et, quand la séparation est complète, chacun d'eux, suivant une marche inverse, se rend au pôle correspondant. Du-

[1] Gardner : *Publ. of the Univ. of Pensyl.*, 1901.
[2] Wager : *Ann. of. Bot.*, 1904.
[3] Mano : *La Cellule*, 1904.
[4] Miyake : *Pringsheims Jahrb.*, 1905.

rant ce trajet, chaque chromosome simple subit une division longitudinale qui lui donne l'aspect d'un V; cette division longitudinale n'est que la réapparition du clivage précoce qu'avait présenté le filament de linine au stade du spirème. Dans le *Galtonia*,

Fig. 8. — *Cellule-mère pollinique de* Galtonia (d'après Strasburger). — Dédoublement longitudinal des chromosomes simples séparés par la division hétérotypique.

l'union des deux branches des chromosomes simples est si intime qu'ils ne laissent voir leur double origine qu'au voisinage des pôles (fig. 8).

Dès leur arrivée aux pôles, les chromosomes-filles

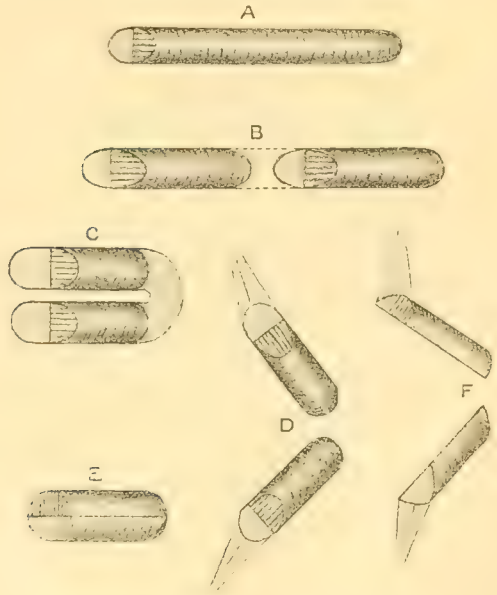


Fig. 9. — *Schéma de l'évolution des chromosomes pendant les divisions hétérotypique et homotypique* (d'après Strasburger).

se rapprochent et forment les noyaux-filles autour desquels se constitue une membrane nucléaire. Se confondent-ils ou non en un filament continu? La question est difficile à résoudre. Strasburger, Mottier, Schniewind-Thies penchent pour la première hypothèse; Grégoire et Wygaerts, Miyake, pour la seconde. Quoi qu'il en soit, les chromosomes semblent conserver leur individualité et les noyaux-filles ne traversent jamais une phase de repos complet. Ils entrent peu à peu dans la prophase de la seconde division, et les couples de chromosomes-filles deviennent visibles. Le fuseau, multipolaire au début, devient ensuite bipolaire; les chromosomes-filles attachés aux fils de ce second fuseau se disposent en plaque nucléaire. La séparation des deux moitiés de chaque chromosome-fille se fait conformément aux procédés décrits par Strasburger, Guignard, Grégoire et Mottier.

En résumé, les chromosomes hétérotypiques sont doubles, bivalents, et chacun des deux chromosomes univalents qui les constituent est lui-même formé de deux moitiés longitudinales représentant l'une la chromatine paternelle et l'autre la chromatine maternelle accouplées pendant le stade synapsis. La première division ou division hétérotypique est une division transversale et, par conséquent, réductionnelle. La seconde division ou division homotypique est une division longitudinale et par conséquent équationnelle. Le schéma ci-contre (fig. 9) permet de suivre la succession des phénomènes dans les cellules-mères polliniques du *Galtonia*.

II. — Parthénogénèse ou Apogamie?

Parmi les Phanérogames, les cas aujourd'hui connus de parthénogénèse vraie, c'est-à-dire ceux où l'embryon provient d'une façon certaine de la cellule-œuf non fécondée, sont assez nombreux. Ils ont été déjà décrits dans cette *Revue* et il suffit de les rappeler : *Antennaria alpina* (Juel), *Alchemilla* (Murbeck), *Thalictrum purpurascens* (Overton), *Taraxacum* (Raunkiaer), *Hieracium* (Ostenfeld), *Wilstrœmia indica* (Winkler). A ces cas, où la parthénogénèse a été dûment constatée, s'en ajoutent d'autres, où elle est très probable: *Ficus hirta* (Treub), *Thalictrum Fendleri* (Day), *Euphorbia dulcis* (Hegelmaier) et *Concombres* (Kirchner). Chez les *Gunnera*, étudiés par Schnegg, elle est vraisemblable, bien qu'elle n'ait pas été établie; elle paraît douteuse chez le *Gnetum*, étudié par Lotsy.

Strasburger, reprenant sur les Alchémilles le travail très remarquable de Murbeck, se propose de rechercher si, dans les phénomènes en question, on se trouve bien en présence d'une véritable parthénogénèse. Qu'est-ce donc que la parthénogénèse vraie? C'est le développement sans fécondation, par conséquent sans addition des chromosomes d'un noyau mâle, d'un œuf véritable présentant le nombre réduit de chromosomes. Une parthénogénèse très particulière, mais très réelle,

est celle que l'on obtient dans les expériences de mérogonie, où un fragment d'œuf énucléé et associé à un noyau spermatique, réduit par suite aux chromosomes de ce dernier, peut cependant ébaucher son développement. Le développement reste encore parthénogénétique si un œuf non fécondé double, grâce à son propre pouvoir, le nombre de ses chromosomes par une division longitudinale et rassemble ensuite en un noyau unique les produits de cette division ; car, dans ce cas encore, l'œuf s'est développé avec son nombre réduit de chromosomes. Si, dans la fécondation, le phénomène capital réside dans la fusion des chromosomes paternels et maternels, d'autres influences sont nécessaires pour provoquer le développement du germe. Ces influences peuvent n'intervenir qu'à titre de stimulants ; elles peuvent aussi provoquer le développement d'un œuf non fécondé, en d'autres termes, produire une véritable parthénogénèse.

Ainsi, pour qu'il y ait parthénogénèse vraie, il faut que la formation de la cellule-œuf ait été précédée d'une réduction chromatique. Dans les plantes à générations alternantes, ces œufs véritables sont le produit d'une génération nouvelle, du gamétophyte. Chez les Alchémilles et aussi, sans doute, chez les autres Angiospermes réputées parthénogénétiques, il ne s'agit que d'organes semblables à des œufs, produits non par un gamétophyte de nouvelle formation, mais par un sporophyte attardé.

En effet, quand on suit le développement des Alchémilles parthénogénétiques, on constate qu'une ou plusieurs cellules-mères primordiales du sac embryonnaire se transforment normalement en cellules-mères. Le noyau de ces cellules-mères passe par les premières phases de la division hétérotypique jusqu'au stade synapsis. Là, la cellule-mère change l'orientation de son développement et devient végétative ; au sortir du stade synapsis, le noyau subit une division typique sans présenter de réduction. Les produits ainsi nés d'une cellule-mère primordiale n'ont rien à voir avec une origine sexuelle. Ils ne peuvent être considérés comme le début d'une nouvelle génération ; ils ne représentent que les cellules végétatives du parent. Le développement est apogamique et non parthénogénétique.

Il n'en reste pas moins très remarquable que les influences qui président à la formation de l'ovule provoquent ici la formation d'organes semblables, en apparence, à un sac embryonnaire et à son contenu, comme, ailleurs, elles provoquent l'envahissement du sac embryonnaire par des cellules du nucelle qui deviennent des embryons. Mais on ne peut pas plus parler de parthénogénèse dans le développement des Alchémilles qu'on ne peut le faire à propos des cellules du nucelle se transformant en embryons.

III. — Le Cytisus Adami, hybride sexuel.

On sait que l'on désigne sous le nom d'hybrides de greffe ou d'hybrides asexuels des produits de croisement fort singuliers et fort rares, qui auraient été obtenus par simple greffage, en dehors de toute intervention sexuelle. Niée par les uns, qui n'y voient qu'une hybridation sexuelle, acceptée par les autres, l'existence des hybrides de greffe, si elle était confirmée, serait la plus ferme démonstration de l'influence profonde que le porte-greffe peut exercer sur le greffon. Les études récentes de Strasburger[1] sur le *Cytisus Adami* ne sont pas favorables à cette dernière hypothèse.

Le *Cytisus Adami* est, en effet, le plus célèbre parmi les hybrides de greffe, et son histoire ou peut-être sa légende mérite d'être rappelée. Ses deux parents, le *Cytisus laburnum* et le *Cytisus purpureus*, ont des caractères assez tranchés : le *Cytisus laburnum* est un arbre assez fort, à fleurs *jaunes* disposées en longues grappes pendantes ; le *Cytisus purpureus* est un arbrisseau plus faible à fleurs *rouges*. On raconte qu'en 1830, un jardinier du nom d'Adam greffa le Cytise pourpre sur le *Cytisus laburnum*. La première année, le bourgeon bouda ; il donna ensuite plusieurs rameaux, dont le plus vigoureux, vendu par Adam, avant sa floraison, comme variété de Cytise pourpre, devint l'origine du fameux Cytise d'Adam. La nouvelle plante rappelle le *Cytisus laburnum* ; elle est un peu plus faible, ses folioles sont plus foncées et ses grappes moins fournies, mais les fleurs sont panachées de jaune et de rouge et stériles. Au bout d'un temps plus ou moins long, l'arbre pousse des rameaux vigoureux qui, par leurs caractères et notamment par leurs folioles, leurs fleurs et leur fertilité, ressemblent absolument à des rameaux de *Cytisus laburnum*. Dans le cours des années, la proportion des deux sortes de rameaux change assez souvent ; tantôt les rameaux de *laburnum* l'emportent et tantôt les rameaux d'*Adami*. Lorsque l'arbre est âgé, il pousse enfin une troisième sorte de branches, qui ressemblent étroitement à des branches de Cytise pourpre par leurs folioles plus petites et leurs fleurs rouges. Dans quelques cas, les rameaux de Cytise pourpre précèdent les rameaux de *laburnum*.

Comment interpréter cette apparition de trois sortes de rameaux sur un même individu ? Il est incontestable que le *Cytisus Adami* est un hybride des deux autres espèces, et, si l'on s'en tient aux commémoratifs, que c'est un hybride né par voie

[1] E. Strasburger : *Pringsh. Jahrb.*, 1905.

végétative, un hybride de greffe. Si le *Cytisus Adami* est né d'un croisement sexuel passé inaperçu et qui aurait accidentellement réussi, il faut reconnaître que cet hybride sexuel présente des caractères que l'on ne trouve point chez les autres hybrides sexuels. On sait, en effet, que les hybrides sexuels entre espèces très différentes ressemblent à l'un ou l'autre de leurs parents et sont stériles par leurs étamines; chez le *Cytisus Adami*, au contraire, l'hybride rappelle ses deux parents et la stérilité est due à l'avortement des ovules. Pour ces raisons, la majorité des botanistes admet, à l'heure actuelle, que le Cytise d'Adam doit être vraiment un hybride de greffe.

En 1884, Strasburger[1] avait essayé d'expliquer les caractères exceptionnels du Cytise d'Adam par une conjugaison des cellules végétatives au niveau du cal; là des cellules cambiales des deux parents se seraient ouvertes l'une dans l'autre et auraient confondu leurs protoplasmas et leurs noyaux, et Weissmann[2], en 1892, adoptant l'explication de Strasburger, faisait remarquer qu'on pouvait la vérifier en étudiant le nombre des chromosomes dans les trois formes. C'est ce travail que vient d'entreprendre Strasburger[3].

Quelles apparences doit, en effet, révéler l'étude histologique du *Cytisus Adami* si, d'après l'opinion régnante, cette plante doit être considérée comme un hybride de greffe? Dans le cal qui, d'après les données du jardinier Adam, donne naissance à la pousse hybride, une cellule au moins de Cytise pourpre s'est confondue avec une cellule de *Cytisus laburnum*, les noyaux pouvant rester séparés ou se fusionner dans le symplaste. Dans le premier cas, la descendance du symplaste sera binucléée, et, dans le second, uninucléée avec les noyaux plus gros que ceux des deux parents. Peut-on penser qu'à la suite de la fusion des noyaux, les contenus nucléaires se soient condensés et aient diminué leur masse? S'il n'y a que condensation, il sera facile de la dévoiler au moment de la karyokinèse et de comparer le nombre de chromosomes de l'hybride à ceux des parents. D'un autre côté, il est d'autant moins admissible de croire à une disparition d'une partie de la substance nucléaire que l'hybride manifeste les qualité des deux parents.

L'étude du méristème terminal du *Cytisus Adami* permet donc de prévoir ou des cellules binucléées, ou des cellules uninucléées, ou encore des portions de tissu avec cellules pourvues de deux noyaux et d'autres avec des cellules à un seul noyau. Dans le cas des cellules uninucléées, les noyaux de *Cytisus Adami* doivent être plus gros que ceux de *Cytisus laburnum* et de *Cytisus purpureus*, ou au moins doivent posséder un nombre de chromosomes qui corresponde à la somme des chromosomes de *Cytisus laburnum* et de *Cytisus purpureus*.

L'observation a montré à Strasburger que le sommet végétatif de *Cytisus Adami* est formé exclusivement de cellules uninucléées et que ces cellules ne présentent ni différences entre elles, ni rien d'anormal dans leur aspect. La grosseur moyenne des cellules et des noyaux est sensiblement la même dans les sommets végétatifs des trois sortes de rameaux; les contenus nucléaires, peu abondants pour un tissu embryonnaire, ne diffèrent pas davantage. La grosseur des nucléoles est considérable; et quelques cellules présentaient deux nucléoles. Mais, comme ces cellules étaient rares et isolées, on ne pouvait penser à des générations de cellules qui se seraient transmis deux nucléoles. Les figures karyokinétiques, qui se ressemblent dans les trois plantes, sont favorables à l'examen. Zörnig, qui a étudié dans le laboratoire de Strasburger les noyaux sexuels des Légumineuses, n'y a trouvé que six doubles chromosomes, de sorte qu'on pouvait en prévoir douze dans les noyaux végétatifs de *Cytisus laburnum* et de *Cytisus purpureus*. Mais leur nombre s'est montré à Strasburger beaucoup plus élevé: quarante-huit dans les deux parents et quarante-huit aussi dans le *Cytisus Adami*.

Ainsi l'étude histologique du sommet végétatif du *Cytisus Adami* est contraire à l'hypothèse que cette plante soit un hybride de greffe; ses figures karyokinétiques rendent vraisemblable que c'est un hybride sexuel.

Comment expliquer que, contrairement à la règle générale, cet hybride forme un pollen normal caractérisé par une réduction chromatique, tandis qu'il ne peut édifier ses ovules, comme l'ont montré Caspary[1], Darwin[2], Guignard[3] et récemment Tischler[4]. Dans des cas rares, l'ovule peut poursuivre son développement jusqu'à la formation du sac embryonnaire et présenter la réduction chromatique; mais il périt ensuite.

L'argument relatif à la formation normale de pollen chez le *Cytisus Adami* a d'autant plus de valeur que d'autres hybrides sexuels d'espèces de Cytises, les *C. purpureo-elongatus* et *C. alpino laburnum*, se conforment à la règle générale et présentent un pollen défectueux à côté d'ovules normaux. C'est là la raison qui paraît avoir déter-

[1] Strasburger: *Archiv f. mikr. Anat.*, 1884.
[2] Weissmann: *Essai sur l'hérédité*, 1892.
[3] Strasburger: *Pringsheim Jahrbucher*, 1905.

[1] Caspary: *Verhandl. d. naturw. Ges. d. Preuss. Rheinlande u. Westfalen in Bonn*, 1858 et 1859.
[2] Darwin: Variations des animaux et des plantes domestiques.
[3] Guignard: *Bull. Soc. Bot. de Lyon*, 1887.
[4] Tischler: *Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch.*, 1903.

miné Guignard à considérer la plante comme s'écartant des hybrides sexuels. Mais, depuis cette époque, Tischler a pu montrer que, chez des hybrides nettement sexuels, le *Ribes Gordonianum* et le *Syringa chinensis*, la formation des ovules rencontre les mêmes empêchements que dans le *Cytisus Adami*, qui cesse d'être ainsi un cas isolé.

L'avortement des ovules comporte, dans le cas actuel, une explication particulière. Il n'est pas douteux que la fertilité d'un hybride se lie à la réduction chromatique et que cette dernière se présente avec les mêmes caractères dans les cellules mâles et femelles. Si un hybride forme un pollen normal, il doit pouvoir former des ovules normaux, et réciproquement. S'il n'en est pas ainsi, c'est que, dans l'un ou l'autre cas, l'évolution se heurte à des empêchements secondaires. Et de ce qu'un hybride manque de pollen normal, tandis que les ovules sont normaux, on ne peut conclure qu'une chose, c'est que la formation du pollen se heurte plus souvent à des empêchements secondaires. Le *Cytisus Adami* se comporte d'une manière inverse, et l'histologie en donne une raison suffisante. Les grains de pollen des *C. laburnum* et *purpureus* se correspondent si étroitement dans leur forme et dans leur grosseur qu'on comprendrait difficilement un empêchement à la formation normale du pollen chez l'hybride. Il en est autrement de l'ovule, qui, dans le *C. laburnum*, est beaucoup plus gros que dans le *C. purpureus*, dans la proportion de huit à cinq. Il s'ensuit que le développement de l'ovule se poursuit difficilement. Le nucelle du *C. Adami* a manifestement la tendance à prendre la grosseur du *C. laburnum*, tandis que son tégument ressemble à celui du *C. purpureus*. Ainsi développé dans un espace trop étroit, le nucelle de l'hybride fait saillie hors du micropyle. Le développement normal de l'ovule est empêché, bien que la réduction chromatique puisse encore se produire.

Il reste toujours à expliquer la manière singulière dont se comportent les caractères parentaux chez cet hybride et comment les supports héréditaires de ces caractères semblent tantôt s'unir pour donner un rameau de *C. Adami* et tantôt se disjoindre pour donner un rameau de *C. laburnum* ou de *C. purpureus*. L'étude des sommets végétatifs ne donne aucune indication à cet égard. Une seule hypothèse reste plausible : c'est que, dans les noyaux de *Cytisus Adami*, les chromosomes des deux parents se font équilibre. Sous des influences inconnues, cet équilibre peut être rompu soit en faveur du *C. laburnum*, soit en faveur du *C. purpureus*. Il y aurait là quelque chose de comparable à ce qu'on observe chez ces plantes monoïques ou polygames qui, sur le même individu, à côté des fleurs mâles et des fleurs femelles, peuvent porter aussi, suivant les circonstances, des fleurs hermaphrodites.

Pour contrôler le nombre de chromosomes trouvé dans le méristème terminal, Strasburger a procédé à des numérations de chromosomes dans les cellules sexuelles des trois formes, et partout il a trouvé vingt-quatre couples de chromosomes, c'est-à-dire la moitié du nombre des chromosomes somatiques.

Hugo de Vries rappelle, dans la seconde partie de son ouvrage sur la théorie de la mutation, que cette qualité d'hybride de greffe attribuée au *Cytisus Adami* fut mise en avant pour la première fois par Caspary, en 1856, et que le jardinier Adam l'accepta, mais n'en fut pas le propagateur. Les contemporains d'Adam n'y croyaient pas, et l'un d'eux, qui connaissait l'arbre sur lequel Adam avait pris le greffon, affirmait que cet arbre avait tous les caractères du *C. Adami*. Hugo de Vries croit donc qu'il est plus naturel d'admettre que le *C. Adami* est un hybride sexuel greffé ensuite sur le *C. laburnum*.

IV. — Recherches expérimentales sur l'origine des espèces dans le règne végétal.

Si la théorie de la descendance fondée par Lamarck et Darwin ne rencontre guère plus aujourd'hui de contradicteurs, il n'en est pas de même de l'hypothèse relative à la manière dont s'est effectuée cette descendance, c'est-à-dire au mécanisme qui préside à la formation des espèces. Les deux questions sont, en effet, d'ordre bien différent : la théorie de la descendance est une œuvre de documentation à laquelle l'Anatomie comparée, l'Embryogénie et la Paléontologie ont apporté en commun un appui inébranlable; la formation d'une espèce nouvelle est un phénomène physiologique, dont la connaissance sera imparfaite tant que l'expérimentation ne s'en sera pas rendue maîtresse.

Il est bien évident que l'expérimentation ne saurait atteindre les grands rameaux de l'arbre généalogique, classes, ordres, familles, genres et même bonnes espèces, dont le développement se perd dans la nuit des temps et que l'homme n'a jamais pu prendre sur le fait. Il n'en est peut-être pas de même des derniers ramuscules de l'arbre, mauvaises espèces, variétés, races ou unités systématiques d'ordre plus inférieur encore, et il n'est pas improbable que quelques-unes de ces ultimes divisions soient actuellement en voie de formation. Si le chercheur les découvre et si leur production est accessible à l'expérience, la formation de petites ou de minuscules espèces devient ainsi un problème concret dont la solution

est seule capable de substituer à la spéculation des faits positifs et d'éclairer, par analogie, la formation des grandes divisions systématiques, car il n'y a pas de distinction tranchée entre les divers groupes de la hiérarchie systématique. L'on ne saurait oublier, d'ailleurs, que les grands rameaux généalogiques, étant le produit d'une évolution de longue durée, ont pu être soumis à des influences qui n'existent plus aujourd'hui ou qui, si elles existent encore, agissent si lentement qu'elles dépassent les limites d'une expérience bornée.

Darwin, impressionné surtout par les résultats de la sélection artificielle, grâce à laquelle l'homme peut, pour ainsi dire, choisir, entre les variations des animaux et des plantes domestiques, celles qu'il désire développer, avait attribué à la sélection naturelle le rôle prépondérant dans la formation des espèces. De même que l'homme, dans la culture ou l'élevage, ne conserve que les variétés qui lui semblent les meilleures, de même la sélection naturelle, grâce à la lutte pour l'existence, ne laisse survivre que les plus aptes. Quelque plausible que paraisse cette hypothèse, elle est loin d'avoir entraîné toutes les convictions. Parmi les critiques les plus sévères qui lui aient été adressées, il faut citer celle de Hugo de Vries [1], qui, dans une œuvre considérable qu'il intitule « Théorie de la mutation », combat avec une grande rigueur les fondements de la théorie de la sélection, et où il s'élève avec force contre l'affirmation des évolutionnistes qui veulent voir dans la sélection une force créatrice.

La variation, sans laquelle on ne saurait comprendre la formation des espèces, revêt au moins deux formes que Darwin avait formellement distinguées, l'une très commune, la variation individuelle, l'autre très rare, la variation spontanée. Sur laquelle de ces variations porte la sélection? Dans ses premiers ouvrages, Darwin avait donné la préférence à la variation spontanée; mais, plus tard, sous l'influence de son entourage, il parut se rallier à la variation individuelle. Toutefois, il n'a jamais exprimé, d'une manière définitive, sa manière de voir. C'est Wallace, le co-fondateur du darwinisme, qui affirma le premier que les espèces sont le produit de la sélection des variations individuelles. Pour lui, les animaux et les plantes varient perpétuellement dans les conditions requises pour la formation de nouvelles formes spécifiques. Les variations spontanées sont sans influence sur la descendance. Seules, les variations individuelles, effectuées lentement et accumulées par la sélection, sont importantes.

[1] Hugo de Vries : *Die Mutationstheorie*. 2 vol. Leipzig, 1901-1903.

Ces conclusions sont en désaccord avec les progrès de nos connaissances sur les variations individuelles. Ces variations obéissent à la loi de Quételet; grâce aux travaux de Galton, de Weldon, de Bateson, de Duncker, etc., cette loi a fait entrer les investigations biologiques dans une nouvelle phase : l'étude statistique de la variation et de l'hérédité. Les résultats de ces recherches montrent que les variations individuelles, ou communes, ou fluctuantes, ou graduelles, ou continues, se groupent autour d'une valeur moyenne, de part et d'autre de laquelle la fréquence des variations décroît à mesure que leur valeur s'accroît. Si l'on recueille une longue série d'observations mesurables et si

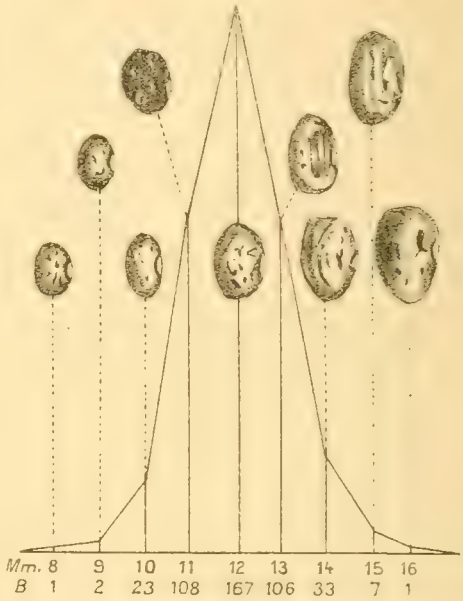


Fig. 10. — *Courbe des variations des longueurs de 448 graines de haricot commun.*

l'on trace la courbe des variations, cette courbe coïncide avec celle de la probabilité de l'erreur.

Prenons un exemple. Les graines du haricot commun varient en longueur de huit à seize millimètres. Dans un lot de 448 haricots, les nombres des graines se trouvent répartis d'après leur longueur de la manière suivante :

LONGUEUR en millimètres	NOMBRE de graines	LONGUEUR en millimètres	NOMBRE de graines
8	1	13	106
9	2	14	33
10	23	15	7
11	108	16	1
12	167		

La courbe de ces variations est facile à construire : on prend comme abscisses les longueurs des graines et comme ordonnées des longueurs proportionnelles aux nombres des graines qui correspondent à chacune des tailles. En joignant

les extrémités des ordonnées, on obtient une courbe symétrique correspondant au développement d'un binome (fig. 10).

Quelle action la sélection artificielle exerce-t-elle sur les variations individuelles ainsi comprises et quels résultats obtient-on quand on leur applique la méthode statistique? Si l'on choisit pour la reproduction des individus à caractères extrêmes (graines très longues ou graines très courtes, dans le cas de notre exemple), on obtient le plus souvent une descendance variée, dont la manière d'être se traduit par une courbe analogue à celle de la génération précédente. Toutefois, les deux courbes ne se correspondent pas ; le maximum de la courbe de deuxième génération, c'est-à-dire la valeur moyenne, se trouve déplacé vers le côté occupé par les individus reproducteurs choisis, et la valeur de ce maximum n'est guère inférieure à la longueur des graines choisies. Si l'on prend encore comme reproducteurs les individus extrêmes du même côté de la courbe, on observe un nouveau déplacement du maximum dans le même sens ; mais la valeur extrême que représente l'individu choisi comme reproducteur n'est pas atteinte ; le progrès est moindre que la première fois. En continuant le processus, on obtient de nouveaux déplacements de la courbe, mais les progrès deviennent de plus en plus petits jusqu'à ce qu'enfin le résultat de la sélection soit pratiquement nul.

Le maïs fournit une bonne illustration de cette loi. Dans un épi de maïs, les grains forment des rangées longitudinales dont le nombre varie. Dans une race donnée, le nombre des rangées peut osciller, par exemple, entre 8 et 20 ; on en trouve le plus souvent *12* et ensuite 14 ; les épis avec 10 et 16 rangées sont rares, et tout à fait rares les épis avec 8 et 20. Que l'on sème les grains d'un épi à 16 rangées, c'est-à-dire d'un épi possédant un nombre de rangées plus élevé que la moyenne, les plantes nées de ces grains présenteront des épis dont les rangées seront comprises entre les nombres 8 et 22 ; l'on trouvera le plus fréquemment *14* et 16 rangées, tandis que *12* et 18 seront rares, 10 et 20 très rares, 8 et 22 exceptionnels. Continuons la sélection et choisissons un épi à 20 rangées ; 16 et 18 rangées représentent, dans la descendance, les valeurs les plus fréquentes. Par la sélection des épis à rangées de plus en plus nombreuses que la moyenne, cette valeur moyenne a donc été portée de 12 à 14 d'abord et de 16 à 18 ensuite. Dans les générations suivantes, on pourra encore obtenir quelques progrès, mais la valeur moyenne ne dépassera pas 18.

Un résultat inverse aurait été obtenu si l'on avait opéré avec des épis à nombre de rangées inférieur à la moyenne.

Si la sélection cesse, la valeur moyenne revient peu à peu à sa valeur primitive et l'on perd le bénéfice acquis ; et, même si l'on continue la sélection lorsque le perfectionnement n'augmente plus, on n'obtient qu'un état stationnaire.

La sélection naturelle, grâce à la durée de son action, peut, semble-t-il, produire un résultat durable. Comme, d'un côté, l'expérience démontre que le perfectionnement possible est obtenu très rapidement et qu'il devient ensuite insensible, comme, d'un autre côté, la sélection naturelle opère dans des conditions moins favorables que la sélection artificielle, on peut en conclure que la sélection naturelle produit au plus autant que la sélection artificielle, c'est-à-dire très peu. L'hypothèse que la longue durée pendant laquelle agit la sélection naturelle pourrait fixer héréditairement les modifications obtenues échappe à tout contrôle.

Ainsi il est impossible de démontrer que la sélection naturelle, opérant sur les variations individuelles, ait pu faire naître un caractère nouveau et le rendre héréditaire.

Bateson a élevé une autre critique contre la théorie de Darwin. D'après lui, l'hypothèse de la sélection doit expliquer non seulement les relations des organismes, mais aussi leur discontinuité. Les espèces, telles qu'elles existent aujourd'hui, sont séparées nettement les unes des autres, et cette grave objection à la théorie de la variation graduelle et continue n'est pas renversée par les nombreuses formes intermédiaires qui ont été découvertes. Ces formes intermédiaires se sont montrées dans beaucoup de cas comme des unités nettement définies et constantes, qui n'indiquent point une origine continue. D'un autre côté, la théorie de la sélection n'explique pas les variations sans utilité, qui souvent apparaissent comme des caractères spécifiques. Et Bateson conclut : « Le fait de la variation suggère en définitive que la discontinuité des espèces résulte de la discontinuité de la variation ».

La variation spontanée est celle dans laquelle les changements ne sont ni graduels ni continus, mais soudains et immédiats. A cette catégorie appartiennent ces variations dans lesquelles certains bourgeons d'un individu donnent naissance à une branche différente des autres branches. Un autre groupe comprend les variations singulières (*single variations*) de Darwin : ce sont des individus solitaires tout à fait différents de leurs parents, apparaissant à de rares intervalles et devenant la souche de races nouvelles et constantes. Peut-on penser, comme le soutiennent les partisans de la sélection, que les variations spontanées ne diffèrent que par la grandeur des variations individuelles et que la théorie de la mutation néglige les petites

modifications pour ne s'attacher qu'aux grandes? Non, car les différences entre variation individuelle et variation spontanée ne sont pas seulement quantitatives, elles sont aussi qualitatives; les modifications spontanées sont souvent plus faibles que les modifications individuelles. Les nombreuses petites espèces entre lesquelles a été divisé le *Draba Verna* diffèrent moins les unes des autres que les variations individuelles dans une même espèce. Le véritable caractère de la variation spontanée est qu'elle présente d'emblée tout le perfectionnement possible et qu'elle est aussitôt héréditaire. La sélection est inutile; la nouvelle forme obtenue persiste, même à l'état isolé. La variation individuelle n'est héréditaire qu'à un degré déterminé et faible; la variation singulière est d'abord et complètement héréditaire.

C'est, avant tout, le mérite d'un botaniste russe, Korschinsky[1], d'avoir recueilli dans la littérature horticole les faits relatifs à l'apparition de nouvelles formes et d'avoir compris leur importance au point de vue du problème de l'origine des espèces. Il se servit pour désigner ces variations spontanées du nom d'*hétérogénèse*, déjà employé par Kölliker. Ainsi, au siècle passé, le Robinier faux-acacia a produit de nombreuses formes spontanées : une forme sans aiguillon (*f. mesmis*, 1833), une forme à fleurs roses (*f. Decaisnea*, 1862), une forme à floraison précoce et abondante (*f. semper florens* 1862), une forme à feuilles simples (*f. monophylla*, 1855). Et toutes ces formes ont apparu comme des individus isolés au milieu de centaines de rejetons.

Le *Chelidonium laciniatum*, qui se distingue du *Chelidonium majus* par ses feuilles et ses pétales plus profondément découpés, fut découvert en 1590 dans un lot de *Chelidonium majus* cultivés dans le jardin d'un pharmacien de Heidelberg. La nouvelle forme, qui n'a jamais été rencontrée à l'état sauvage, s'est perpétuée sans montrer de tendance à faire retour à son parent, le *Chelidonium majus*. L'Aune glutineux lacinié est, de même, né par une variation soudaine de l'Aune glutineux.

Solms-Laubach[2] a décrit en 1900 un très beau cas de variation spontanée pour le *Capsella Bursa-Pastoris*. En 1897, on trouva à Landau un unique exemplaire avec fruits ovoïdes bien différents des fruits triangulaires ordinaires.

Korschinsky a méconnu la constance héréditaire de ces formes spontanées, sans doute parce qu'il ne s'assurait pas que les graines produites par une nouvelle forme étaient nées par auto-fécondation.

C'étaient là des erreurs qu'il fallait éviter, et l'œuvre a été reprise par Hugo de Vries avec une méthode impeccable et un succès que n'ont pas encore diminué les critiques de ses adversaires. Reprenant un terme déjà employé par le géologue Scott, Hugo de Vries désigne sous le nom de *mutations* les variations spontanées, c'est-à-dire les variations singulières de Darwin, l'hétérogenèse de Korschinsky, les variations par bonds, comme on dit quelquefois. Persuadé que la variation individuelle est limitée, que tout le bénéfice de la sélection peut être obtenu rapidement, dans un petit nombre de générations, qu'il ne peut être conservé que par le processus ininterrompu de l'élevage, que d'ailleurs il se perd aussi vite qu'il avait été acquis, que par la variation, enfin, la sélection n'a jamais produit l'apparition d'un caractère spécifique nouveau, de Vries voit dans la mutation le facteur essentiel de la formation des espèces. Les espèces se forment par mutation, c'est-à-dire par apparition soudaine d'un caractère nouveau, fixé dès le début. Il est certain que les idées révolutionnaires de de Vries sur l'origine des espèces ne sauraient être admises sans avoir été soumises à un contrôle long et rigoureux; mais on ne saurait refuser à ce novateur le grand mérite de s'être abstenu systématiquement de toute spéculation philosophique pour rester constamment et de la façon la plus brillante dans le domaine expérimental. Le point capital des recherches de de Vries a trait, en effet, à la production expérimentale des mutations. Il a publié en 1901-1903 les résultats de ses travaux, qui avaient été commencés en 1886.

Après de longues recherches, H. de Vries trouva un sujet d'études favorable dans une plante originaire de l'Amérique septentrionale, l'*Œnothera Lamarckiana*, qui est cultivée en Europe comme plante d'ornement et que l'on rencontre parfois à l'état sauvage. C'est le plus souvent une plante bisannuelle; la première année, sa tige reste courte et forme une rosette de feuilles appliquées contre le sol; la seconde année, la tige s'élève à plus d'un mètre de hauteur et porte une longue grappe de fleurs de grande taille, de couleur jaune clair, qui s'ouvrent le soir. La plante meurt lorsqu'elle a fructifié.

En 1886, de Vries rencontra à Hilversum, près d'Amsterdam, au milieu de pieds sauvages et normaux d'*Œnothera Lamarckiana*, deux formes nettement tranchées et qu'il désigna sous les noms d'*Œ. lævigata* et *Œ. brevistylis*. Cette dernière, étant stérile, ne put être utilisée dans les expériences de culture. Mais de nombreux semis d'*Œ. Lamarckiana* et d'*Œ. lævigata* furent réalisés et, parmi les nombreuses plantes ainsi obtenues, plus de 50.000 en 7 ans, 800 furent trouvées frappées de mutations. Elles représentaient une série de formes nouvelles qui se distinguaient de la masse des individus d'*Œ. Lamarckiana* par un ou plusieurs caractères.

[1] Korschinsky: Heterogenesis und Evolution, 1901.

[2] Graf zu Solms-Laubach : *Capsella Heegeri*. *Flora Bot. Zeit.*, 1900.

très nets, quelquefois peu apparents; elles n'étaient d'ailleurs pas à l'abri des variations individuelles. Leur descendance se montra dès le début complètement constante, si l'on assurait l'auto-fécondation.

Ainsi, dans l'espace de quelques années, une espèce avait produit un certain nombre de « mutants » différents les uns des autres et de la race originelle, que cette race soit représentée par l'*Œ. Lamarckiana* ou l'*Œ. lævigata*.

Ces mutants ne sont point comparables aux espèces linnéennes, aux bonnes espèces; ce sont de petites espèces, des *espèces élémentaires*, comme les appelle de Vries, c'est-à-dire qu'elles diffèrent les unes des autres par un seul caractère tranché ou par plusieurs caractères peu marqués, et non par plusieurs caractères très nets, comme les bonnes espèces. Ainsi, comme l'avait déjà démontré le botaniste français Jordan, l'espèce n'est qu'un assemblage de formes constantes étroitement apparentées.

La sélection conserve son pouvoir sur les mutations, pouvoir plus puissant que sur les variations, d'abord parce que ces changements sont héréditaires d'emblée, et ensuite parce que les mutations offrent d'ordinaire une prise plus forte à la sélection.

Une objection qui a été faite aux mutations comme sources de nouvelles espèces réside dans leur rareté : 1/2 °/₀ dans les recherches de de Vries et quelquefois un seul mutant parmi des milliers d'individus. Mais, d'après la loi de Delbœuf, cette rareté n'empêche pas la forme nouvelle de triompher à la longue de la race ancienne, parce que les formes nouvelles sont héréditaires et que, dans la lutte pour l'existence, elles ne sont pas plus défavorisées. L'hybridation seule diminue les chances de survie des mutants. Si, sur un territoire, 10.000 individus d'une espèce annuelle peuvent croître et qu'il naisse chaque année 1 °/₀ de mutants, à chances égales dans la lutte pour l'existence, il y a encore, après dix ans, 9.044 individus de l'espèce primitive, 5.000 après soixante-neuf ans, 3.600 après cent ans, 68 après cinq cents ans. Après neuf cents ans, il n'y aura qu'un seul individu de la race ancienne contre 9.999 de la nouvelle. Si la nouvelle race est favorisée dans la lutte pour l'existence, le processus sera raccourci. Mais, si l'hybridation intervient, et c'est le cas habituel, il sera allongé.

Ainsi, d'après les recherches de de Vries, la sélection n'a quelque pouvoir sur les variations individuelles qu'à la condition que l'espèce considérée soit isolée, réduite par la mutation à l'état d'espèce élémentaire. Mais voici que les recherches d'un botaniste danois, Johannsen, si elles se confirment, viennent enlever aux variations individuelles ce qui leur restait d'importance dans la formation des espèces [1].

Johannsen, professeur à l'École supérieure d'Agriculture de Copenhague, a expérimenté sur des plantes qui se fécondent elles-mêmes et notamment sur les haricots. Si l'on compare un grand nombre d'individus de même espèce vivant ensemble, la récolte d'un champ, par exemple, toute une « population », comme dit Johannsen, on trouve ici aussi des variations individuelles, distribuées suivant la loi de Quételet, de part et d'autre d'une valeur moyenne qui représente le maximum de fréquence. Ainsi, dans une grande quantité de haricots bruns Princesse, le poids d'une graine oscille entre 2/10 et 8/10 de gramme; la plupart pèsent 1/2 gramme.

Sélectionnons pour le semis des graines très grosses, des graines moyennes et des graines très petites. La comparaison des nouvelles graines obtenues confirme le résultat prévu; les graines très grosses ont donné des haricots plus gros en moyenne et les graines très petites des haricots plus petits que les haricots moyens. Mais, si la sélection est renouvelée dans les mêmes conditions, les poids moyens des graines petites filles ne s'écartent pas d'une manière sensible du poids moyen des graines-filles correspondantes. Ainsi, tout le progrès qu'il était possible d'obtenir par la sélection a été obtenu la première fois; la seconde sélection ne donne aucun bénéfice sensible.

C'est là un résultat en désaccord avec les résultats ordinaires de la sélection appliquée aux variations individuelles et qui ne peut s'expliquer que par l'auto-fécondation. Johannsen admet qu'une population se compose, en réalité, d'unités constantes, d'ordre plus inférieur encore que les espèces élémentaires de de Vries et qu'il nomme des « lignées », lignées qui, extérieurement, peuvent ne différer en rien les unes des autres, parce que la somme des variations individuelles, dans chaque lignée, est plus grande que la différence des lignées.

Pour faciliter la démonstration, supposons qu'une population de haricots bruns Princesse se compose de onze lignées; à une extrémité, la lignée *a* donne des graines pesant en moyenne 400 milligrammes, et à l'autre extrémité la lignée *k* donne des graines de 600 milligrammes. Entre ces deux extrêmes s'intercalent les neuf autres lignées, représentées par des graines dont les poids diffèrent de 20 milligrammes en moyenne : lignée *a*, 400 milligrammes; lignée *b*, 420 milligrammes; lignée *c*, 440 milligrammes, etc... Si les variations, dans chaque lignée, ne dépassaient pas 5 milligrammes

[1] Johannsen : Ueber Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien. 1903.

au maximum, il serait facile, par de simples pesées, d'isoler d'un mélange les différentes lignées. Mais, dès que les variations individuelles dépassent 10 milligrammes, et, en fait, elles peuvent atteindre 250 milligrammes en plus ou en moins, la séparation des lignées devient impossible. Les courbes des lignées deviennent transgressives ; elles empiètent les unes sur les autres.

Qu'a donc produit la première sélection? Aucune action sur les variations individuelles, mais une simple séparation des lignées à grosses, à moyennes et à petites graines, lignées qui existaient déjà, quoique masquées, et qui, dans la récolte, ne se trouvaient mélangées que mécaniquement.

Dans le cas de fécondation croisée, les lignées s'hybrident et les individus se trouvent alors mélangés à la fois mécaniquement et physiologiquement. D'après les lois de l'hybridation, la descendance comprendra encore des individus de race pure et la sélection sera capable d'en isoler un nombre de plus en plus grand; mais, dès que la sélection cesse, une nouvelle hybridation replonge ces individus dans les valeurs moyennes. Dès qu'une lignée est isolée, est devenue pure, la sélection peut rester sans effet. Ainsi s'explique que les progrès obtenus par la sélection deviennent de plus en plus petits. La connaissance des lois de l'hybridation nous aide à comprendre ce processus, mais non à le raccourcir, car les variations individuelles ne permettent pas de reconnaître sur un individu les caractères de diverses lignées.

Il est d'ailleurs possible que la sélection puisse produire quelque résultat durable, à condition qu'elle s'adresse à une lignée complètement isolée.

Ainsi, de même que de Vries avait été amené à considérer l'espèce comme un assemblage d'espèces élémentaires, de même Johannsen est conduit à dissocier l'espèce élémentaire en une foule de lignées héréditairement constantes.

Les recherches de Johannsen ont enfin l'avantage de nous faire mieux comprendre les variations individuelles. On sait que ces variations sont, au moins partiellement, provoquées par les influences extérieures : nutrition, température, etc., et l'on pourrait penser que ces influences sont les uniques causes de la variation, puisque le progrès réalisé suppose une certaine hérédité de ces variations. Une partie de cette hérédité est due à la mère ; l'autre partie lui échappe et est sans doute due à des races masquées dans les hybrides ; les influences extérieures agissent sur les supports héréditaires de ces races, les démasquent et les font apparaître. Comme les influences extérieures gravitent autour d'une certaine moyenne, on comprend que les variations individuelles se groupent elles-mêmes autour d'une valeur moyenne.

Ainsi, d'après ces nouvelles recherches, la sélection permet, d'un côté, d'obtenir des formes fixées comme mutations dans des individus isolés, et, d'un autre côté d'isoler, au milieu d'un mélange, des races déjà existantes et héréditaires ; la sélection ne crée rien de nouveau.

Il en est de même de l'hybridation, qui ne produit aucun caractère nouveau, mais seulement des combinaisons nouvelles et durables de caractères existant déjà.

Les espèces peuvent-elles reconnaître une autre origine et les principes lamarckiens, adaptation au milieu, effets de l'usage et du non-usage, peuvent-ils être considérés comme un facteur de l'apparition de formes nouvelles? Personne ne songerait à nier leur influence ; la seule question est de savoir si les réactions des organismes répondant aux excitations ambiantes sont autre chose que des variations individuelles comprises comme précédemment. Lamarck et son École prétendent que les influences extérieures qui atteignent l'organisme pendant son développement retentissent sur le plasma germinatif et y provoquent des changements non point quelconques, mais toujours adaptatifs. L'on connaît la réfutation de Weissmann. La question est encore en litige, et il n'entre pas dans le cadre de cet exposé de revenir sur les discussions relatives à l'hérédité des caractères acquis.

Ainsi, les variations individuelles, définies par les courbes de Galton, sont très peu ou point héréditaires, tandis que les mutations se transmettent intégralement et d'emblée à la descendance. La sélection n'est profitable que si elle s'applique aux mutations. Appliquée aux variations individuelles, elle ne fait qu'éliminer ; elle ne crée rien de nouveau. Bien que la mutation soit très rare, elle reste le seul processus de la formation des espèces expérimentalement démontré. Le progrès réalisé par ces recherches récentes réside dans ce fait que les variations les plus fréquentes, les variations individuelles, ne sont que peu (de Vries) ou point héréditaires (Johannsen). Nous voyons, de plus, que l'unité systématique la plus inférieure n'est ni l'espèce, même élémentaire, ni l'individu, mais la lignée, c'est-à-dire une portion déterminée de plasma germinatif qui revêt, dans un plus ou moins grand nombre d'individus, la même livrée, tant que ce plasma germinatif n'est pas altéré par une mutation ou peut-être par une adaptation. Les influences extérieures ne modifient que la livrée ; elles commandent les variations individuelles.

V. — Les Organes des sens des plantes.

La sensibilité des plantes est-elle simplement une sensibilité diffuse, répartie sur tous les points de

son corps, ou bien a-t-elle à son service, comme chez les animaux, des organes spécifiques et localisés, c'est-à-dire de véritables organes sensoriels? Tel est le problème auquel Haberlandt[1] travaille depuis plusieurs années, et auquel il donne une solution définitive dans la dernière édition de son *Traité d'Anatomie physiologique* (1905). Les plantes

Fig. 11. — *Coupe longitudinale de la partie inférieure d'un poil tactile du renflement moteur primaire du* Mimosa pudica (d'après Haberlandt).

possèdent comme les animaux de véritables organes des sens, qu'on peut ranger en trois sortes : organes du toucher, organes des sens pour la perception de la pesanteur, organes des sens pour la perception de la lumière.

Les organes du toucher, c'est-à-dire adaptés à la

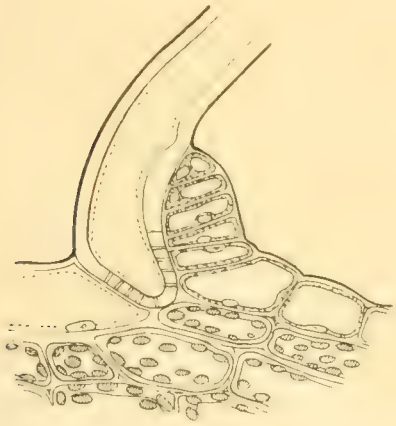


Fig. 12. — *Coupe longitudinale de la partie inférieure d'un poil tactile de* Biophytum sensitivum (d'après Haberlandt).

perception des excitations mécaniques, se rencontrent chez la Sensitive et quelques autres plantes douées des mêmes propriétés. Ils consistent en poils tactiles disposés à la surface des renflements moteurs et fonctionnant comme le levier d'une presse à bouchon. A la base du poil, dans l'angle qu'il fait avec la surface du renflement moteur, se trouve un coussinet qui se trouve comprimé quand on abaisse le bras du levier (fig. 11). Chez le *Biophytum*, une Oxalidée asiatique, la disposition est la même (fig. 12).

Les poils tactiles de deux plantes carnivores, l'*Aldrovandia* et la *Dionœa*, sont différents. On sait que, sur chaque moitié de la feuille de *Dionœa muscipula*, se dressent trois poils au milieu de nombreuses glandes. Qu'un insecte vienne à frôler un de ces poils sensibles, aussitôt les deux moitiés de la feuille s'appliquent l'une contre l'autre. Chaque poil tactile (fig. 13) présente, au-dessus d'un piédestal (*p*), un rétrécissement où se trouvent les cellules sensorielles (*g*), surmontées de cellules ta-

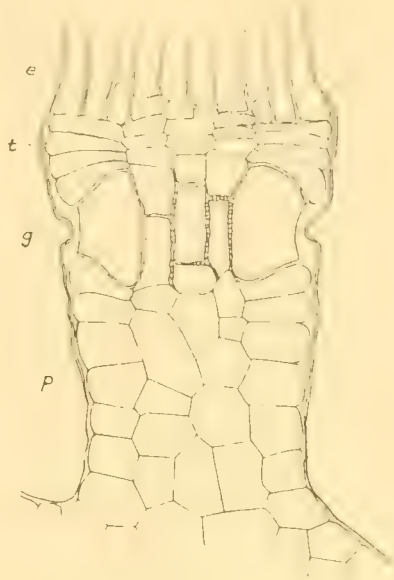


Fig. 13. — *Coupe longitudinale de la partie inférieure d'un poil tactile de* Dionaea muscipula. — *p*, piédestal; *g*, cellules sensorielles; *t*, cellules tabulaires; *e*, pointe (d'après Haberlandt).

bulaires et d'une pointe (*e*) d'un millimètre de longueur. La pointe fonctionne comme levier capable de déformer les cellules sensorielles.

Les organes de perception de la pesanteur, qui permettent à la plante de s'orienter dans l'espace, consistent en cellules contenant des grains d'amidon. Dans la racine, on les rencontre dans la coiffe. Dans les tiges et dans les pétioles, elles forment un étui représenté par la couche amylacée (fig. 14).

Les organes de perception de la lumière sont représentés chez les plantes inférieures, et notamment chez les zoospores, par le point rouge ou point oculaire. Chez les plantes supérieures, c'est la feuille qui représente le maximum de sensibilité à la lumière. La plupart des feuilles vertes s'orientent de manière à placer leur face supérieure nor-

[1] Haberlandt : Sinnesorgane in Pflanzenreich, 1903.

malement aux rayons incidents. Le pétiole et le limbe interviennent dans cette orientation, le pétiole pour amener la feuille dans un plan perpendiculaire à la lumière incidente, et le limbe pour achever la mise au point. La sensibilité héliotropique, d'où résulte le pouvoir d'orientation, n'appartient qu'au limbe, et c'est lui qui commande les mouvements du pétiole. Mais cette sensibilité appartient-elle à tous les tissus du limbe, ou est-elle localisée dans quelques cellules ou dans quelques tissus? D'après Haberlandt, c'est l'épiderme

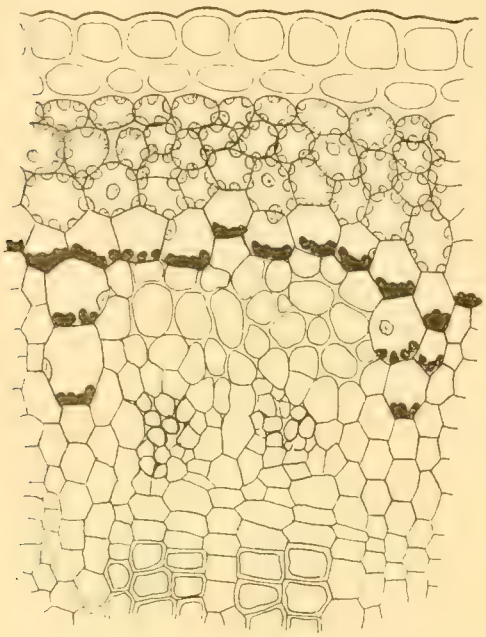


Fig. 14. — *Coupe transversale d'un fragment de tige de* Linum perenne, *couchée horizontalement et capable de se courber géotropiquement.* — Au-dessous de l'écorce, on voit l'assise amylacée; les grains d'amidon colorés par l'iode, ou statolites, sont appliqués contre la paroi cellulaire inférieure (d'après Haberlandt).

de la face supérieure qui perçoit la direction de la lumière incidente, et sa structure est bien adaptée à cette fonction : cellules incolores à mince couche protoplasmique pariétale, à sac cellulaire transparent et à paroi externe bombée, ressemblant, en un mot, à des lentilles plan-convexes. Ces lentilles concentrent les rayons lumineux sur le milieu de la paroi interne, où se trouve le protoplasma sensible héliotropiquement. C'est là l'état d'équilibre héliotropique : zone médiane de la paroi interne éclairée, zones latérales plus sombres. Dès que la lumière ne tombe plus normalement, l'équilibre est rompu et la feuille excitée tend à le rétablir. Ainsi l'épiderme de la face supérieure de la feuille fonctionne comme un épithélium sensoriel. La surface de cet épiderme est comparable à un œil à facettes et les couches plasmiques des parois internes représentent une rétine au point de vue physiologique.

Dans la plupart des plantes, toutes les cellules de l'épiderme supérieur sont sensibles. Dans quelques cas, on peut observer une division du travail. Chez une Acanthacée du Pérou, le *Fittonia Verschaffelti*, les cellules épidermiques supérieures, petites, non bombées, forment un réseau dont les mailles sont occupées par de grosses cellules qui font saillie en forme de dômes arrondis (fig. 15). A son sommet, chaque grosse cellule porte une cellule plus petite, en forme de lentille bi-convexe à contenu transparent et fortement réfringent. L'expérience montre que la petite cellule fonctionne comme appareil de réfraction, tandis que la grande représente la cellule sensorielle. On ne peut qu'être frappé de la ressemblance de ces organes avec les ocelles des animaux inférieurs.

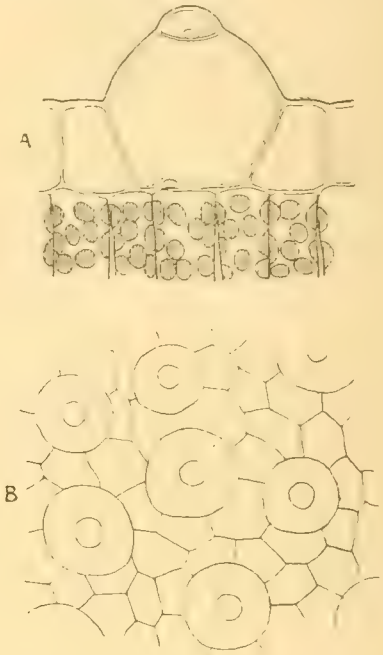


Fig. 15. — *Organe de perception de la lumière de la face supérieure de la feuille de* Fittonia Verschaffelti. — A, vue de la coupe longitudinale d'un organe; B, vue de face de l'épiderme supérieur (d'après Haberlandt).

F. Péchoutre,
Professeur au Lycée Louis-le-Grand.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Jouffret (E.). — **Mélanges de Géométrie à quatre dimensions.** — 1 *vol. gr. in-8° de* XI-227 *pages avec* 49 *figures* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1906.

Cet ouvrage complète le *Traité élémentaire de Géométrie à quatre dimensions* publié il y a un an par M. Jouffret; il forme, toutefois, un tout indépendant et n'exige du lecteur d'autres connaissances que celles qu'on acquiert dans les cours de Mathématiques spéciales. Au moment où l'attention est attirée sur la Géométrie à *n* dimensions par d'importantes publications allemandes de M. Schoute (de Groningue) et de M. Segre (de Turin), les deux petits livres de M. Jouffret, écrits dans un style clair et facile, seront sûrement bien accueillis.

Les études réunies par M. Jouffret forment quatre groupes :

Le premier groupe comprend un aperçu sur les axiomes, conventions ou définitions de la Géométrie à quatre dimensions et l'étude d'un mode de figuration simple du système de coordonnées à quatre dimensions.

Le second groupe concerne l'hexagramme de Pascal et la surface du troisième degré, considérés comme introduction à l'étude de l'hexastigme.

Le troisième groupe est consacré aux hyperquadriques, à leur classification, à leurs propriétés de contact; puis aux quartiques, surfaces du quatrième degré communes à deux hyperquadriques et se projetant sur notre espace suivant des surfaces du quatrième ordre à conique double.

Le quatrième groupe est formé par une trentaine de pages relatives à la question de la réalité de l'hyperespace; cette partie du livre intéressera bien des lecteurs que l'ouvrage lui-même laisserait indifférents; elle sera la pâture de la critique philosophique, ou même théosophique.

En dehors de son intérêt propre, qui ne sera sensible que pour une élite spéciale, ce livre offrira, aux jeunes gens désireux de faire des études géométriques, un moyen simple d'initiation à des conceptions qui leur faciliteront l'étude de la Géométrie énumérative et même de l'Analysis situs. A. Boulanger,

Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Lille.

Marchis (L.), *Professeur-adjoint de Physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — **Leçons sur la production et l'utilisation des gaz pauvres.** — 1 *vol. in-4 autographié de* 345 *pages.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1906.

En même temps que se multiplient les applications des gaz pauvres, le nombre et la qualité de ceux qui s'en occupent croissent et s'élèvent : les leçons que publie M. Marchis ont été professées par lui à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux; c'est la première fois qu'un enseignement aussi pratique et aussi industriel est donné dans une chaire de Physique d'une faculté officielle, et nous aimons à croire que cet exemple sera suivi.

Les leçons de M. Marchis débutent par une introduction consacrée aux moteurs à gaz et aux gazogènes : le professeur définit à son auditoire les divers types de gazogènes et de moteurs, et il fait l'histoire de leur rapide et grandiose développement. Il énonce l'objet du cours; laissant de côté les considérations sur la théorie des moteurs, il s'attachera surtout à développer « l'étude des modes de construction consacrés par la pratique ».

Le chapitre premier traite des gazogènes : on y étudie tour à tour le gaz à l'air, le gaz à l'eau, les combustibles des gazogènes, les gaz mixtes dits *pauvres* et les conditions de fonctionnement des producteurs, suivant qu'ils sont alimentés d'anthracite, de coke ou de charbons riches en matières volatiles ou en azote.

Le chapitre II s'occupe de l'utilisation du gaz de hauts-fourneaux et de fours à coke; une large part est faite aux appareils d'épuration des gaz, statiques et dynamiques, destinés à arrêter les poussières et les goudrons.

Les grands moteurs à gaz forment la matière du troisième chapitre; le professeur décrit les moteurs à quatre temps de Deutz et de Nuremberg, ceux des Sociétés Cockerill et Cail, puis les machines à deux temps Kœrting et von Œchelhäuser.

Deux planches et 130 figures dans le texte illustrent ces leçons et éclairent d'une vive lumière les nombreuses descriptions d'appareils : M. Marchis est remarquablement documenté, et son exposé très précis et bien méthodique fait ressortir les caractéristiques des divers types considérés. Tous les gazogènes mentionnés n'ont pas eu la même fortune, et il en est parmi eux qui n'ont pas longtemps subi le feu de la pratique; mais une étude qui veut être complète échappe rarement à cet inconvénient, qui n'en est pas un du reste, attendu que les insuccès ont leur philosophie et leurs enseignements, aussi bien que les succès : ils sont même souvent d'une utilité plus grande à ceux qui savent en profiter. Aimé Witz,

Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.

Bjorling (Philip R.), *Ingénieur Conseil.* — **British Progress in Pumps and Pumping Engines.** — 1 *vol. in-4° de* 92 *pages avec nombreuses figures.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Archibald Constable et C°, éditeurs. London*, 1906.

Cet ouvrage est le deuxième volume de la collection *National Engineering and Trade lectures* rassemblée par Ben H. Morgan. On sait que les pompes jouent un rôle très important dans la mécanique pratique : peu d'industries peuvent s'en passer. Mines, blanchisseries, teintureries, papeteries, usines d'alimentation, d'irrigation, chaufferies à vapeurs, toutes ont recours à ces engins qui font partie de leur matériel essentiel. La puissance des pompes varie naturellement suivant les applications et d'après les conditions locales, et le choix du système dépend de l'endroit où l'appareil doit fonctionner. S'il s'agit d'un pays dépourvu de ressources, c'est la simplicité qui prime. Là, au contraire, où l'on dispose de facilités suffisantes pour les réparations, mais où le combustible est cher, on recherche avant tout une amélioration du rendement.

Si la quantité d'eau à élever est faible, la pompe à main suffit. Pour un débit plus fort, il faut employer, pour actionner la pompe, soit la pression de l'eau (roues à aubes, turbines, roues Pelton), soit celle du vent, celle de l'air chaud, du gaz, de l'air comprimé, soit l'électricité et enfin la vapeur. Quant au type même de pompe, on le fait varier suivant les cas et toujours en se basant sur les considérations suivantes : profondeur du bassin où l'eau est puisée, hauteur à laquelle l'eau doit être élevée, distance qu'elle a à parcourir, nature et état physique de l'eau. Pour ne citer qu'un exemple se rapportant à cette dernière donnée, on comprend qu'avec une eau boueuse et tenant du sable en suspension, la pompe à plongeur est préférable.

Celle-ci convient également pour l'eau acidulée ou salée, la durée du plongeur étant prolongée par le graissage. Quant aux pompes centrifuges, elles sont indiquées surtout pour les faibles hauteurs et les gros débits.

La question est, on le voit, fort complexe, et l'ingénieur de toute usine, insuffisamment spécialisé à ce point de vue, a grand besoin d'être guidé. C'est là l'objectif de M. Björling qui, sous une forme élégante et concise, a passé en revue les nombreux systèmes de pompes en les classant d'après les genres de moteurs qui les actionnent. L'auteur a pris soin d'illustrer agréablement toutes ses descriptions : il insiste sur la caractéristique de la construction anglaise qui, loin de sacrifier à la symétrie et à l'extérieur, répartit le métal aux endroits où il est nécessaire pour garantir toute sécurité à l'engin. Une liste des principales fabriques anglaises qui se sont fait une réputation dans la construction des pompes termine cet ouvrage, qui se recommande par les renseignements extrêmement pratiques qu'on y trouve.

EMILE DEMENGE,
Ingénieur civil.

2° Sciences physiques

Ariès (Lieutenant-colonel). — **L'Electricité considérée comme forme de l'Energie : Les Notions fondamentales; le potentiel et la quantité d'électricité.** — 1 *vol. in-8°.* (*Prix* : 2 *fr.* 50.) *Librairie scientifique A. Hermann. Paris*, 1907.

L'opuscule que le Lieutenant-colonel Ariès vient de faire paraître sous le titre général : « l'Electricité considérée comme forme de l'Energie », semble être l'introduction à une théorie nouvelle de l'électricité qu'il se proposerait d'édifier sur les deux principes fondamentaux de la Thermodynamique.

En joignant à ces principes, qui s'appliquent à toutes les formes de l'Energie, quelques lois expérimentales nettement formulées sur les phénomènes électriques, l'auteur pense pouvoir donner, par un enchaînement logique, tout le développement que comporte sa théorie.

Comme l'indique le sous-titre de son opuscule, le but spécial qu'il a poursuivi dans cette première publication est de bien définir ces deux facteurs, le potentiel et la quantité d'électricité, qui permettent de mesurer l'énergie électrique.

Pour atteindre ce but, il s'inspire des idées qu'il a émises il y a déjà dix ans dans un volume intitulé *Chaleur et Energie*[1], et il suit la marche qui l'a conduit alors à la définition des deux facteurs de l'énergie calorifique, savoir : la température et l'entropie. C'est ainsi qu'il est amené à cette affirmation que beaucoup d'électriciens n'entendront pas sans surprise et d'après laquelle l'échelle du potentiel électrique aurait son zéro absolu comme la température.

La grandeur que l'on connaît sous le nom de quantité d'électricité est celle que l'on mesure sur les courants électriques et dont on ne conçoit nettement qu'une seule espèce en Electrodynamique; elle différerait totalement de la masse positive ou négative d'électricité que l'on suppose répandue à la surface des conducteurs en Electrostatique. L'auteur se réserve, sans doute, de définir ultérieurement la masse électrique et d'expliquer par quels liens il la rattache à la quantité d'électricité. S'il y parvient d'une façon claire et satisfaisante, il portera certainement quelque lumière sur le passage, aujourd'hui si obscur, de l'Electrostatique à l'Electrodynamique.

Le Lieutenant-colonel Ariès ne manquera pas, d'ailleurs, de trouver d'autres points obscurs dans la tâche longue et difficile qu'il s'est imposée : la dilatation électrique, la charge résiduelle, la force électromotrice de contact, l'effet Peltier, l'effet Thomson, la polarisation... sont des phénomènes que les théories actuelles ont peine à élucider; si la théorie nouvelle de l'électricité, dont l'opuscule actuel n'est que le chapitre initial, en donne des explications rationnelles, comme l'auteur semble le promettre, son livre constituera certainement un pas en avant.

Tous ceux qui s'intéressent à la science électrique attendront avec impatience cet ouvrage qui, ainsi que les précédents de M. Ariès, sort des chemins battus.

H. LÉAUTÉ,
Membre de l'Institut.

Chambre syndicale des Industries électriques. — **Instructions concernant les conditions d'établissement des installations électriques dans l'intérieur des maisons.** — 1 *brochure in-8° de 23 pages.* (*Prix* : 0 *fr.* 75.) *Imprimerie Chaix. Paris*, 1906.

Cette brochure, extraite de la Série de Prix des travaux exécutés dans Paris, donne sur les conducteurs, les conditions de pose des lignes, les conditions d'emploi des appareils d'interruption et de sécurité, etc., etc., nombre de renseignements pratiques que l'on aura intérêt à consulter.

Perkin (F. Mollwo). *Directeur du Département chimique du Borough Polytechnic Institute, à Londres.* — **Practical Methods of Inorganic Chemistry.** — 1 *vol. in-16 de 156 pages avec figures.* (*Prix* : 3 *fr.* 15.) *Archibald Constable et Cie, éditeurs. Londres*, 1906.

Dans l'éducation des chimistes, on consacre généralement un temps très long aux préparations de Chimie organique, tandis que les préparations de Chimie inorganique sont plutôt négligées, peut-être parce qu'on estime que les composés inorganiques sont trop faciles à préparer. Il en résulte que les étudiants s'intéressent davantage aux recherches de Chimie organique, et c'est peut-être là, d'après M. F.-M. Perkin, l'une des causes pour lesquelles le champ de la Chimie minérale est aujourd'hui un peu délaissé par les chercheurs. L'auteur, pour remédier à cet état de choses, publie un petit manuel pratique de préparations inorganiques destiné à ses élèves, mais qui pourra rendre des services ailleurs. Toutes les expériences décrites ont été essayées dans son laboratoire et les méthodes indiquées sont celles qui ont donné les meilleurs résultats. Le volume renferme une centaine de préparations précédées d'un certain nombre de recommandations générales.

3° Sciences naturelles

Fèvre (J.), *Professeur à l'Ecole normale d'instituteurs de Dijon*, et **Hauser** (H.), *Professeur à l'Université de Dijon.* — **Leçons de Géographie** (*pour les Ecoles Normales primaires et la préparation au brevet supérieur*). — *Tome I* : **Géographie générale. Amérique, Océanie, Asie, Afrique.** — 1 *vol. in-18 de 744 pages avec 217 figures.* (*Prix cartonné* : 4 *fr.*) *F. Alcan, éditeur. Paris*, 1907.

Nous sommes bien aise de signaler ici cet ouvrage, qui marquera un heureux changement dans l'enseignement de la Géographie aux enfants. S'inspirant de l'effort de l'Ecole géographique française, qui, depuis trente ou quarante ans, a tendu à mettre en lumière l'interdépendance des phénomènes géographiques, les liaisons qui existent entre la nature du sol, la végétation et les établissements humains, les auteurs ont essayé de faire passer dans l'enseignement primaire les résultats des travaux des maîtres de la science, en particulier de M. Vidal de la Blache. Ils ont réussi à faire ainsi, de la plus sèche et de la plus fastidieuse des études, la plus philosophique et la plus vivante. L'ouvrage renferme une documentation aussi récente que possible : les croquis ont été multipliés, non pour remplacer l'atlas, mais pour souligner tel ou tel phénomène particulier. A la fin de chacune des leçons, sont indiqués les principaux ouvrages qu'on pourra utilement consulter pour approfondir ses connaissances sur les différents points étudiés au cours du chapitre.

[1] *Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.*

Gatin (C. L.). — **Recherches anatomiques et chimiques sur la germination des Palmiers.** (*Thèse de Doctorat de l'Université de Paris*). — 1 *vol. extrait des Ann. Sc. nat., Bot.*, 1906, *III*, 9e *série*, *pp.* 1-314, *avec* 58 *fig. dans le texte et II planches hors texte. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1906.

Malgré de nombreuses études antérieures, dont l'auteur a fait un historique complet et bien ordonné, le mécanisme du développement embryonnaire des Palmiers était loin d'être encore complètement élucidé. M. Gatin a fait de nombreuses germination qu'il a suivies de très près, surtout au début de leur développement. Les types assez éloignés choisis pour l'étude sont le *Phœnix canariensis* et l'*Archonto, hœnix Cunninghamia* et un type intermédiaire, le *Sabal umbraculifera*; mais, après avoir noté les différentes phases de l'évolution embryonnaire progressive chez ces trois plantes, l'auteur a comparé les mêmes phénomènes chez une quarantaine d'autres espèces. On conçoit aisément le nombre considérable de points nouveaux ajoutés à l'histoire du développement des Palmiers par une pareille série d'observations consciencieuses, et il nous est impossible de les énumérer ici; disons, cependant, qu'il existe de nombreuses différences dans les détails qui président à la différenciation de divers organes de l'embryon, c'est-à-dire dans les tissus primitifs qui le constituent, et que ces différences sont d'autant plus sensibles que l'on compare les espèces à germination *remotive*, dans lesquelles la plantule prend naissance et se développe loin de la graine (*Phœnix canariensis*), aux espèces à germination *admotive*, dans lesquelles la plantule prend naissance au contact de la graine pour y continuer son évolution (*Arch. Cunninghamia*). Aussi peut-on admettre les rapprochements faits par l'auteur en comparant les embryons de Palmiers à ceux d'autres familles de Monocotylédones. Dans les cas où la germination est admotive, particulièrement les *Calamus* et les *Pinanga*, l'analogie est très grande avec les Graminées (maïs) car la gaîne radiculaire, qui existe toujours, peut être exfoliée ou digérée; de même, il paraît plus vraisemblable de rapprocher les autres, à germination rémotive, des Aroïdées, Joncacées, Alismacées.

M. Gatin conclut en considérant que la germination des Palmiers comprend deux phases : 1° *l'allongement externe du cotylédon*, correspondant à la *fin de la maturation* et non à un début de germination; 2° *la germination proprement dite*.

Il ajoute également, ce qui semble naturel, mais que démontrent ses études, que la manière d'être extérieure de la germination dépend de la structure interne de l'embryon; cette règle s'appliquerait aux Monocotylédones en général; enfin, il infirme la théorie de miss Ethel Sargant, qui voit dans le cotylédon unique des Monocotylédones la soudure de deux cotylédons ancestraux : ce serait plutôt, comme le disait A. de Jussieu, la première feuille de la plante.

La seconde partie de ce travail, très courte, est réservée à l'étude du processus chimique de la germination, qui fut poursuivie par l'auteur sous la direction de M. Gab. Bertrand, à l'Institut Pasteur. Déjà des travaux identiques ont été entrepris par Grüss, Effront, Bourquelot et ses élèves, qui ont émis l'idée du rôle d'un ferment, spécifié par Effront, en 1897, dans le Caroubier sous le nom de *caroubinase* et que retrouvèrent Bourquelot et Hérissey dans d'autres embryons, en lui donnant le nom plus général de *seminase*. La conclusion de M. Gatin diffère de celle des précédents auteurs; au lieu d'admettre, avec M. Bourquelot, que l'albumen des graines de Palmiers est formé d'une manno-galactine et de mannanes à des états de condensation différente, il prétend, au contraire, que, dans une même graine, les hydrates de carbone qu'elle renferme sont au même degré de condensation, en un mot qu'il n'existe qu'une seule mannane pour chaque espèce de graine de Palmier. Il se base, pour affirmer cette hypothèse, sur ce fait que l'albumen de ces graines, finement pulvérisé, peut être entièrement hydrolysé par une solution acide relativement faible (HCl à 5 %), pourvu que l'action de la chaleur se poursuive assez longtemps.

D'autres observations intéressantes (présence du mannose libre dans la graine germant de *B. flabelliformis*, diversité de composition chimique et différences dans l'activité diastasique chez des graines très voisines, etc.) sont également à signaler dans cette étude chimique, que l'auteur devra continuer pour parfaire son travail, qui constitue, comme on le voit, un apport considérable à la somme de nos connaissances sur les phénomènes intimes de la germination des Palmiers, tant au point de vue morphologique que chimique.

Em. Perrot,
Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

4° Sciences médicales

Hutchinson (M. J.). — **On Leprosy and Fish eating.** — 1 *vol. in*-8° *de* 420 *pages*. (*Prix* : 12 *shillings*. *Arch. Constable and Co, éditeurs. Londres*, 1906.

M. J. Hutchinson s'est attaché à rénover une opinion bien ancienne, celle de l'origine pisciaire de la lèpre. Selon lui, le bacille de la lèpre existe incontestablement dans le poisson altéré ou corrompu : la maladie infectieuse résulte de l'ingestion de cet aliment avarié. A chaque page, cette notion se trouve affirmée comme étant de nature « évidente ». Mais cette évidence passe-t-elle dans l'esprit du lecteur? J'ai quelque peine à le croire.

Invoquer, comme argument capital, que l'inoculation de la lèpre a été presque toujours en défaut; que cette maladie prédomine sur les côtes et que, si elle est encore assez commune en Norvège, en Islande, c'est parce qu'on y fait une consommation exagérée de « mauvais » poisson; avancer que, si la lèpre existe aussi en Espagne et en Portugal, c'est parce que la religion des habitants leur impose l'usage fréquent du poisson, etc., c'est faire fonds sur de vaines apparences, voire des inexactitudes, et oublier que la lèpre, malgré la faible densité de ses atteintes, est une endémie mondiale qui pénètre dans les continents et ne respecte aucun peuple, aucune race. Hansen, à qui l'on doit la découverte du microbe pathogène de la lèpre, et qui possède, de cette maladie, une expérience difficilement égalée, a dit quelque part : « La théorie alimentaire de l'infection par le poisson ne supporte pas la discussion, ni en Norvège, ni vraisemblablement en aucun autre pays. »

Tout entier à la défense de sa thèse, M. Hutchinson estime que la mesure prophylactique essentielle contre la lèpre consiste dans la réglementation de l'alimentation par le poisson et dans la diminution de la taxe sur le sel, qui est « un ennemi des maladies en général et, spécialement, de la lèpre ». La mesure peut paraître bien insuffisante. Il admet, cependant, que la prévention de la lèpre nécessite encore l'interdiction aux lépreux de toucher à la nourriture des sujets sains et, aux nourrices atteintes, d'allaiter des enfants sains.

C'est là une concession bien faible faite à la contagiosité interhumaine de la lèpre. Nous ignorons encore par quel mode et quelle voie le bacille pénètre dans l'organisme humain : l'influence de la vie en commun, et par conséquent du contact direct, ne saurait, cependant, être contestée. Peut-être le moustique intervient-il aussi dans l'inoculation du bacille. Mais son point de départ initial ne doit être recherché que chez le lépreux lui-même, dont les lésions cutanées, les ulcérations — si communes — des muqueuses du nez, de la bouche, des voies pulmonaires, des organes génitaux, recèlent et sécrètent, en quantité prodigieuse, le microbe pathogène.

Assurément, il serait plus malaisé de découvrir le

bacille de Hansen dans le poisson altéré : la recherche en a été faite maintes fois, et toujours infructueusement. Ne sait-on pas, d'ailleurs, par l'exemple mémorable des îles Sandwich et de la Trinité, par celui de l'Amérique du Nord et même de l'Irlande, que l'irruption de la lèpre dans ces divers pays a succédé à l'importation par des lépreux venus d'une région infestée?

Dr H. Vincent,
Professeur au Val-de-Grâce,
Membre de l'Académie de Médecine.

5° Sciences diverses

Mantoux (Paul). — **La Révolution industrielle au XVIIIe siècle. Essai sur les commencements de la grande industrie moderne en Angleterre.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 543 *pages.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Société nouvelle de librairie et d'édition. Paris*, 1906.

C'est en Angleterre, dans le dernier tiers du XVIIIe siècle, qu'est née la grande industrie moderne. M. Paul Mantoux vient de consacrer à ses origines un livre des plus documentés, l'une des meilleures contributions que nous ayons eues en ces dernières années sur l'histoire économique. De pareils ouvrages montrent combien l'histoire tout court, c'est-à-dire l'histoire militaire, est incomplète, et quel intérêt on pourrait lui communiquer, au point de vue de l'enseignement, en y ajoutant l'histoire des découvertes scientifiques et celle des transformations sociales et économiques. Les travaux analytiques sont déjà suffisamment nombreux pour que l'on puisse en extraire d'intéressantes vues synthétiques, bien propres à ouvrir l'horizon intellectuel des jeunes gens, en même temps qu'à éclairer la signification des phénomènes contemporains.

M. Paul Mantoux, en bon analyste, a limité le champ de ses investigations : géographiquement, il ne s'est attaché qu'à l'Angleterre, et particulièrement aux comtés du Centre et du Nord; chronologiquement, l'étude part de 1760 pour s'arrêter aux premières années du XIXe siècle, au moment où les grandes inventions sont entrées dans le domaine de la pratique. L'auteur s'est également restreint volontairement à l'évolution des faits, ne faisant intervenir les doctrines économiques que lorsqu'elles étaient intimement liées aux faits. Son livre ne pouvait qu'y gagner en rigueur scientifique. Enfin, dans le mouvement de toutes les industries et devant l'impossibilité de les embrasser toutes, l'auteur s'est borné à tracer les monographies de l'industrie de la laine, représentative de l'ancien régime de la production, de l'industrie du coton, née avec l'avènement du machinisme, et de l'industrie du fer, qui contient les origines du grand rôle actuel de la métallurgie et à laquelle se rattache un fait non moins important : l'entrée de la houille dans le domaine de l'industrie.

M. Paul Mantoux a divisé son livre en trois parties : les *antécédents*, qui doivent être recherchés dans l'ancienne industrie, dans l'essor commercial et les remaniements de la propriété foncière; les *grandes inventions* et les *grandes entreprises*; les *conséquences immédiates*, envisagées au point de vue de l'accroissement de la population, du développement du capitalisme industriel et des origines du problème social actuel.

De cette documentation si abondante, il ressort un certain nombre de vues dont nous voudrions, dans ce bref compte rendu, signaler au moins quelques-unes. On peut dire que l'industrie du Moyen-Age est restée à peu près intacte jusqu'au seuil du XIXe siècle. Le point de départ de sa transformation doit être cherché dans l'essor commercial que prit le pays à la suite de la fondation de la Banque nationale et de la constitution de la Compagnie des Indes. Tandis que, de nos jours, c'est le développement de l'industrie qui oblige le commerce à trouver de nouveaux débouchés, dans l'Angleterre de la fin du XVIIIe siècle c'est, au contraire, l'extension du marché commercial et du crédit qui a suscité l'entreprise industrielle. Liverpool, dont l'histoire résume pendant presque tout le XVIIIe siècle celle du commerce anglais, s'est développé avant Manchester. C'est le marchand drapier, appelé aussi du nom significatif de marchand manufacturier, qui, en engageant ses fonds disponibles dans la fabrication des tissus de laine, marque la première étape de la transformation graduelle du capital commercial en capital industriel. L'Angleterre, ayant pris la place de la Hollande, est devenue maîtresse des mers; le commerce d'exportation stimule les industries existantes; l'importation en suscite de nouvelles. A l'intérieur, la navigation se développe, favorisée par les conditions naturelles, encouragée par les frais élevés des transports par voie de terre. Les marchés intérieurs, jusqu'alors si étroits et si morcelés, allaient enfin communiquer entre eux sans obstacle; les marchés extérieurs eux-mêmes semblent plus proches; les courants d'importation et d'exportation circulent plus largement. La houille est au premier rang des marchandises transportées, elle va partout alimenter les centres industriels.

L'histoire de l'industrie du coton vient encore renforcer cette thèse intéressante de l'influence du développement commercial sur le développement industriel : « La nouvelle industrie est fille du commerce des Indes »; c'est l'importation d'une matière première qui lui a donné naissance, et qui, en même temps, a déterminé sa localisation — dans le voisinage de Liverpool — et les conditions de son établissement. De l'industrie du coton, le machinisme devait s'étendre rapidement à toutes les industries textiles. Mais son avènement définitif et son progrès universel datent du développement de la métallurgie, qui est, en quelque sorte, le centre des autres industries, puisqu'elle leur fournit leur outillage. Le règne du fer a amené le règne des machines.

La dernière phase de la révolution industrielle, c'est l'avènement de la machine à vapeur, qui a permis à la grande industrie de s'étendre en tous sens; partout où il est possible de se procurer de la houille à un prix raisonnable, on peut installer une machine à vapeur et ouvrir un nouveau foyer industriel. « Le monde industriel est devenu comme une immense fabrique, où l'accélération du moteur, son ralentissement, ses arrêts, modifient l'activité des ouvriers et règlent le taux de la production. »

Pierre Clerget,
Professeur à l'École supérieure de Commerce de Lyon.

Martinez (A. B.), *ancien Sous-Secrétaire d'Etat au Ministère des Finances de la République Argentine, et* **Lewandowski** (Maurice), *Docteur en droit.* — **L'Argentine au XXe siècle.** *Avec une Introduction par* M. Ch. Pellegrini, *ancien Président de la République Argentine.* — 1 *vol. in-18° de* 432 *pages avec* 2 *cartes.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Librairie Armand Colin*, 5, *rue de Mézières. Paris*, 1906.

Parmi les peuples nouveaux venus sur la scène du monde et vers lesquels se porte l'attention des nations européennes, il faut aujourd'hui assigner une place importante à la République Argentine. Faire connaître au public français la situation présente et l'avenir économique de ce pays, tel est le but que se sont proposé MM. Martinez et Lewandowski dans ce livre, où ils envisagent successivement l'Argentine au point de vue économique, au point de vue agricole, au point de vue commercial et industriel et au point de vue financier. Leur conclusion, c'est que ce pays est en pleine période de développement et que la mise en valeur des richesses de son sol est susceptible d'offrir un important débouché à l'activité et aux capitaux européens. L'Angleterre, qui y exerce une influence économique prépondérante, l'a compris depuis longtemps; la France, par le chiffre élevé de ses transactions commerciales avec l'Argentine, est bien placée pour prendre aussi une part importante dans le mouvement des affaires de ce pays.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 25 Février 1907.

M. le Président annonce à l'Académie la mort de M. **H. Moissan**, membre de la Section de Chimie.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Remy** présente ses recherches sur certaines surfaces algébriques liées aux fonctions abéliennes de genre trois. — M. **Jouguet** admet provisoirement la proposition suivante : Pour qu'une onde de choc se propage, il faut qu'elle ait une vitesse supérieure ou au moins égale à celle des ondes ordinaires dans le milieu qui la précède, et inférieure ou au plus égale à celle des ondes ordinaires dans le milieu qui la suit. — M. **Crussard** montre qu'une impulsion violente et brève crée dans les gaz incombustibles une onde de choc éphémère qui finit par devenir onde ordinaire, et dans les gaz combustibles une onde de choc et réaction qui s'atténue jusqu'à devenir l'onde explosive à vitesse de propagation minimum.

2° Sciences physiques. — M. **J. Becquerel** a constaté qu'à la température de l'air liquide les propriétés optiques des cristaux de xénotime et de tysonite se rapprochent des propriétés des vapeurs transparentes possédant un spectre de raies. — M. **Ad. Minet** montre qu'en admettant l'existence de quelques éléments nouveaux, ce qui porterait le nombre des éléments à 81, le lieu géométrique de leurs poids atomiques serait alors figuré par une courbe unique, $y = x^{1,215}$, où x représente les rangs occupés par les éléments dans la série et y leurs poids atomiques. — M. **G. Hinrichs**, à propos d'une Note récente de M. Tsakalotos, rappelle ses propres recherches sur les points de fusion et d'ébullition des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques. — M. **V. Auger** a constaté que l'aventurine en fusion contient du silicate cuivreux : celui-ci se scinde par refroidissement en Cu métallique cristallisé et en silicate cuivrique qui communique à la masse une couleur verdâtre; dans l'aventurine transparente brusquement refroidie, le cuivre reste dissous sous forme de silicate cuivreux. — MM. **E. Jungfleisch** et **M. Godchot**, en soumettant à l'action de la chaleur le $(d+l)$-lactate d'éthyle, ont obtenu de l'alcool éthylique, du lactyllactate d'éthyle, Eb. 215°-220°, et du $(d+l)$-dilactide. — M. **Em. Grimal** a isolé de l'essence d'aiguilles de pin d'Alep d'Algérie de l'alcool phényléthylique. — MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue** ont étudié les répartitions successives des composés terpéniques entre les divers organes d'une plante vivace, l'*Artemisia absynthium*. — M. **V. Henri** : La coagulation du latex de caoutchouc et les propriétés élastiques du caoutchouc pur (voir p. 214). — M. **P. Carles** a constaté la présence du fluor dans des coquilles de mollusques (huîtres, moules); ceux-ci s'assimilent probablement les fluorures terreux de la mer pour consolider leurs écailles.

3° Sciences naturelles. — MM. **E. Lancereaux** et **N. Paulesco** signalent un cas remarquable d'anévrisme de l'artère ophtalmique guéri par les injections de gélatine. — MM. **A. Charrin** et **Goupil** montrent que, dans une culture microbienne déterminée, les toxines sont en partie libres, mais surtout adhérentes aux agents pathogènes qui, malgré de puissantes pressions, retiennent encore dans leurs cadavres des fractions de ces toxines. — MM. **G. Marinesco** et **J. Minea** ont constaté que, chez les animaux à sang froid, les cellules des ganglions nerveux transplantés vivent beaucoup plus longtemps après la transplantation, réagissent et réparent leurs lésions dans une plus large mesure que les cellules ganglionnaires des animaux à température constante. — Mme **M. Phisalix** estime que l'absence de cavité pleurale chez les Éléphants ne saurait être considérée comme un phénomène constant et normal. La fréquence d'une soudure pathologique des plèvres chez les animaux vivant en captivité s'explique aisément par les conditions défectueuses dans lesquelles ils vivent. — M. **J. Baylac** déduit de ses recherches sur la toxicité des liquides d'huîtres que la fraîcheur et le parfait état de conservation de ces mollusques sont les conditions indispensables à leur complète innocuité. — M. **J. Bounhiol** a étudié au point de vue physico-biologique le lac Mélah, en communication intermittente avec la mer, à La Calle (Algérie). La salure varie considérablement, sans être jamais très élevée; le plankton y est fort abondant. — MM. **J. Kunstler** et **Ch. Gineste** ont trouvé, dans l'intestin des têtards des environs de Bordeaux, un organisme multiflagellé qu'ils nomment *Giardia alata*. — M. **Ch. Gravier** a trouvé sur la côte des Somalis un nouveau Pennatulidé qu'il décrit sous le nom de *Mesobelemnon gracile*.

Séance du 4 Mars 1907.

La Commission spéciale présente la liste suivante de candidats pour la place d'Académicien libre laissée vacante par la mort de M. Brouardel : 1° M. **J. Tannery** ; 2° MM. **J. Carpentier**, **A. V. Cornil** et **L. Teisserenc de Bort**.

1° Sciences mathématiques. — M. **N. Nielsen** présente ses recherches sur la formule d'addition des fonctions sphériques.

2° Sciences physiques. — M. **H. Pellat** montre que les résultats de la théorie de M. Langevin sur la longueur d'onde de la lumière émise par les atomes ne sont pas d'accord avec les faits. Il en résulte qu'il faut renoncer à l'une des deux hypothèses qui sont à la base, soit à l'exactitude de la loi de Coulomb pour les distances intra-atomiques, soit à la forme sphérique de l'atome. — M. **H. Becquerel** a étudié la phosphorescence des sels d'uranyle dans l'air liquide; les bandes d'absorption larges et diffuses qu'on observe à la température ordinaire s'y subdivisent en bandes multiples, qui deviennent parfois très fines. — M. **J. Amar** montre que la densité d'un corps et sa réfraction sont fonction continue l'une de l'autre; dans sa formule de la réfraction, on peut substituer à la réfraction n d'un corps sa constante diélectrique K, en vertu de la relation de Maxwell $K = n^2$. — M. **H. Copaux** a reconnu que les cristaux cubiques de chlorate de soude doués de pouvoir rotatoire doivent celui-ci aux macles particulaires d'une forme ortho-rhombique quasi-cubique et peu bi-réfringente. — M. **A. Senouque** a constaté une diminution des composantes horizontale et verticale et de la force totale du magnétisme terrestre et une faible augmentation de l'inclinaison avec l'altitude dans le massif du Mont-Blanc. — MM. **Em. Vigouroux** et **G. Arrivaut** ont préparé le tétrachlorure de titane par l'action du chlore sur le ferrotitane industriel, préalablement dépouillé de son fer à l'aide de l'acide chlorhydrique. — M. **A. Buisson** dose l'ammoniaque dans les eaux par addition de chlorure mercurique et de carbonate de soude, qui précipite un chlorocarbonate ammoniaco-mercurique blanc, insoluble, $CO^3(Hg^5Az^2Cl^2)^2O.3H^2O$. — MM. **M. Berthelot** et **Ph. Landrieu** ont déterminé les chaleurs de combustion et de formation de l'hématine (5231 cal. et 1691 cal.), de la bilirubine (6787 cal. et 1505 cal.) et de l'hémoglobine de cheval (5889

cal. et 1091 cal.). — M. A. **Haller**, par l'alcoolyse de l'huile de ricin, a confirmé la présence, dans ce produit, des glycérides des acides stéarique, ricinoléique et dihydroxystéarique. La distillation des éthers ricinoléiques les décompose en heptanal et éthers undécyléniques avec un très bon rendement. — M. **Em. Pozzi-Escot**, en faisant réagir la phénylamine sur l'acide phénylthiohydantoïque, a obtenu la phénylamidoéthane-oxyméthanephénylimine-phénylamine, F. 289°. — M. **E. Léger**, en décomposant l'iodométhylate de méthylhordénine par AgOH, a obtenu du paravinylanisol et de la triméthylamine, ce qui concorde avec la formule de constitution attribuée à ce corps. — MM. **Ch. Moureu** et **I. Lazennec**, en hydrolysant les produits de condensation des nitriles acétyléniques avec les amines, ont réalisé la synthèse des nitriles β-cétoniques correspondants : $R.CO.CH^2.CAz$. — M. **E. Fouard** : Sur les propriétés colloïdales de l'amidon (voir p. 256). — MM. **A. Trillat** et **Sauton** établissent que la présence de l'aldéhyde, cause de l'amertume dans les fromages, est due à la fermentation du lactose, soit avant l'emprésurage, soit au cours de la maturation. — MM. **M. Piettre** et **A. Vila** ont constaté que l'oxyhémoglobine, séparée des globules du sang de cheval et cristallisée, subit dans l'air ambiant des modifications qui se traduisent par une perte d'activité vis-à-vis de l'O et une libération de plus en plus sensible de CO^2 dans le vide. — M. **C. Delezenne** montre que la nature physique de la paroi du récipient a une grande influence sur l'activation du suc pancréatique par les sels de calcium. — MM. **A. Muntz** et **E. Lainé** ont constaté que, par un rapide passage sur un lit de tourbe constituant un champ bactérien d'une grande énergie oxydante, l'eau d'égout sortant d'une fosse septique perd la presque totalité de son ammoniaque ; l'Az organique et la somme des matières carbonées diminuent des 4/5.

3° Sciences naturelles. — M. **C. Paulesco** a reconnu que l'hypophyse est un organe indispensable à la vie, son absence étant rapidement mortelle. Des diverses parties qui la constituent, la plus importante, au point de vue fonctionnel, est la couche corticale du lobe épithélial. — MM. **M. Doyon, Cl. Gautier** et **A. Morel** montrent que l'ablation totale de l'intestin ne modifie pas la teneur du sang en fibrine ; chez un animal dont le sang a été défibriné, il se reforme de la fibrine malgré l'ablation de l'intestin. — M. **M. Hanriot** a observé une sensibilité extrême de tous les poissons à l'action de la téphrosine dissoute dans l'eau ; cette substance agit encore à une dilution considérable. — M. **A. Giard** montre que la soudure des plèvres chez les Eléphants n'est pas un phénomène primitif et que la disposition ordinaire se rencontre chez le fœtus et chez les nains ; mais le processus qui amène la disparition graduelle de la cavité pleurale lui paraît normal. — M. **J. Tur** signale une forme nouvelle de l'évolution anidienne, observée sur un blastoderme de Corbeau : elle consiste en une prolifération exagérée de l'ectoderme de l'aire transparente, qui tend à transformer tout l'écusson embryonnaire en un amas ectodermique très épais. — M. **J. Bounhiol** a étudié la faune ichthyologique du lac Mélah (Algérie) ; les *Labrax*, *Mugil*, *Chrysophris* et *Anguilla* forment à eux seuls les 8/10 de la population totale : pour ces espèces, la période de fertilité et de ponte est beaucoup plus longue qu'ailleurs. — MM. **L. Brasil** et **H. B. Fantham** ont observé, chez les Sipunculides, des Schizogrégarines appartenant à la famille des *Selenidiidae*. — M. **P. de Beauchamp** montre que les Rotifères sont capables de mettre en réserve chacune des trois grandes classes d'aliments, sous forme : 1° de globules protéiques confinés dans la paroi stomacale ; 2° de glycogène dans les organes autres que le tube digestif ; 3° de graisse dans le tube digestif et les organes voisins. — M. **P. Claverie** a étudié anatomiquement les diverses sortes de raphia provenant de Madagascar, ce qui le conduit à mettre en doute l'existence de l'espèce *Raphia* créée par Sadebeck. — M. **Ph. Glangeaud** a étudié les laves et minéraux des volcans de la chaîne des Puys. L'âge moyen des éruptions est quaternaire moyen pour la grande chaîne, quaternaire inférieur pour la petite chaîne. — M. **Fussenot** montre que les schistes et quartzites graphitiques qu'on observe de la rivière d'Etel à l'embouchure de la Loire et de Questembert à Belle-Ile sont les restes d'un même niveau, enfermé entre des sédiments précambriens. — M. **E. A. Martel**, par l'étude des clues de Provence, arrive à la conclusion que les schistes, même tendres, peuvent résister à l'érosion des cours d'eau plus longtemps que les calcaires durs et fissurés.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Mars 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **Mathias Duval**, membre de l'Académie.

M. **Delorme** présente un Rapport sur une observation de décortication du poumon par sa méthode, due au Dr **L. Picqué**. De l'examen des faits aujourd'hui connus, il résulte que la décortication pulmonaire doit être réservée aux cas de pleurésie purulente chronique dont les cavités, étendues à toute la plèvre, sont profondes de plus de 6 à 8 centimètres dans le sens transversal. La radioscopie et la radiographie renseignent sur la profondeur de la cavité, sa forme, la présence de la membrane, son épaisseur, parfois sur la dilatabilité du poumon. La décortication pulmonaire ne doit être tentée que quand, malgré une gymnastique respiratoire commencée peu de jours après l'opération de l'empyème, le poumon reste immobile. Cette opération a déjà été pratiquée près de quatre-vingts fois, avec un grand nombre de succès.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 2 Mars 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **Mathias Duval**, membre de la Société.

M. **A. Netter**, après la communication de M. Iscovesco, signale qu'il a aussi obtenu de bons résultats dans le traitement des néphrites par l'administration des sels de calcium. — M. **J. Bavlac** a constaté une augmentation de la toxicité des liquides d'huîtres à la suite d'une élévation de température ; par contre, il a observé une diminution des micro-organismes dans l'huître après quelques jours de conservation. — M. **A. Netter** estime que, dans les accidents provoqués par l'ingestion des huîtres, l'intoxication ne joue qu'un rôle minime, tandis que l'infection par le bacille d'Eberth est, dans un grand nombre de cas, indéniable. — M. **A. Lécaillon** montre que les conditions de nutrition dans lesquelles sont placées les femelles d'*Agelena labyrinthica* sont le facteur principal qui détermine les variations que l'on observe dans le nombre d'œufs contenus dans chaque cocon et même dans le nombre des cocons. — MM. **P. Bouin, P. Ancel** et **F. Villemin** ont constaté que l'atrophie de la glande interstitielle de l'ovaire après irradiation des rayons X n'est pas constante. — M. **E. Thierry** confirme le fait de castration du lièvre par le lapin signalé par M. Kunstler. — M. **F. Repiton** signale diverses causes d'erreurs dans l'emploi des réactifs de Tanret et de Millon en urologie. — M. **J. Salmon** donne la description anatomo-histologique d'un chat nouveau-né atteint d'hémimélie bi abdominale. — M. **H. Piéron** a recherché si le besoin impératif de sommeil est dû à la formation, dans l'organisme, de substances hypnotoxiques, pouvant transférer ce besoin par injection à un animal normal ; les expériences sont peu favorables à cette conception. — M. **J. L. Chirié** a constaté l'existence de lésions nécrotiques du foie produites par des congestions rénales aiguës. — M. **G. Froin** a reconnu que, dans les cavités de l'organisme, le globule rouge et le macrophage sont les seuls éléments dont la chimiotaxie

positive peut solliciter les leucocytes de la circulation à la manifestation essentiellement vitale qui constitue la diapédèse. — MM. **J. Basset** et **H. Carré** montrent que, chez les rongeurs et les carnassiers, l'injection de poussières colorées dans le péritoine n'est pas suivie d'une localisation pulmonaire de ces poussières; on les retrouve dans le péritoine, puis dans les ganglions prépectoraux et, plus tard, dans les ganglions œsophagiens et bronchiques. — M. **P. Remlinger** ne croit pas que le traitement antirabique puisse favoriser l'éclosion de la rage chez une personne en incubation. — M. **E. Maurel** a constaté que les aliments ternaires, comme les albuminoïdes, sont pris en excédent au début de la grossesse, mais que cet excédent va ensuite en diminuant rapidement. — M. **E. P. Fortin** a pu examiner sur lui-même, par vision entoptique, la circulation dans les capillaires de la rétine, en fixant la lumière bleue d'un tube à vapeur de mercure. — M. **Claret** étudie les phénomènes de déchloruration chez les tuberculeux, qui succèdent à toute poussée brusque de la maladie. — M. **Ch. Richet** a extrait du corps des moules une substance toxique, la mytilocongestine, dont l'injection produit dans l'organisme des phénomènes remarquables d'anaphylaxie. — Mlle **von Linden** a observé que les chrysalides de *Papillio podalirius* et *Hylophila prasinana* augmentent de poids quand elles se trouvent dans une atmosphère riche en CO^2, probablement par suite d'une assimilation de ce dernier.

Séance du 9 Mars 1907.

MM. **M. Doyon, Cl. Gautier** et **A. Morel** montrent que, chez un chien dont le sang a été défibriné, la fibrine se reforme malgré l'extirpation de l'intestin. — M. **A. Policard** propose une nouvelle division de la partie urinipare du tube urinaire en trois segments cytologiquement distincts. — Mlle **von Linden** a constaté que l'augmentation de poids des chrysalides de Lépidoptères plongées dans une atmosphère enrichie en CO^2 est due à l'absorption d'eau et à la formation de substance organique. — MM. **Alglave** et **Ed. Retterer** ont observé, au voisinage des veines variqueuses, des veines sous cutanées qui, malgré leur apparencence saine, sont profondément modifiées: tous leurs éléments y sont hyperplasiés et hypertrophiés. — M. **A. Netter** a obtenu, dans trois cas, la prompte guérison de la tétanie, sous la seule administration du chlorure de calcium. — M. **Quéry** estime que le spirille de Schaudinn est une des formes d'involution du véritable agent pathogène de la syphilis, qui se présente sous forme d'un bâtonnet analogue à celui de la lèpre et se reproduit par sporulation. — M. **J. Nageotte** étudie le mode de destruction des cellules nerveuses mortes au cours de la greffe des ganglions rachidiens. — M. **M. Hanriot** a isolé du *Tephrosia Vogelii* deux principes : le téphrosal, $C^{10}H^{16}O$, liquide odorant commençant à distiller vers 60°, et la téphrosine $C^{31}H^{26}O^{10}$, F. 18°. — M. **F. Battelli** et Mlle **L. Stern** ont constaté que les tissus du cœur, du foie et du cerveau perdent rapidement leur pouvoir oxydant après la mort. — Mlle **L. Fassin** a observé une augmentation de la teneur du sérum en alexine après injection de produits thyroïdiens. — Mlle **P. Cernovodeanu** a reconnu que les quantités de sérum de cheval (antitoxine) qui doivent être ajoutées à des quantités croissantes de sérum de chien (toxine) pour les neutraliser augmentent bien plus vite que ces dernières. — Mlle **P. Cernovodeanu** et M. **V. Henri** montrent que l'extrait éthéré du sérum antitétanique possède un pouvoir antitétanolytique très puissant. — M. **J. E. Abelous** a constaté de grandes différences entre la respiration élémentaire des fragments de tissus en l'absence de tout antiseptique et en présence de NaF, ce qui s'explique par une variation du ferment oxydo-réducteur. — M. **G. Bohn** étudie l'influence de l'agitation de l'eau sur les Actinies; continue, elle provoque rapidement une sorte d'état de misère physiologique. — MM. **A. Mayer** et **E. F. Terroine** ont reconnu que le complexe lécithalbumine possède des propriétés qui se rapprochent de celles des complexes colloïdaux d'albuminoïdes. — M. **H. Piéron** montre que, pour l'étude des hypnotoxiques éventuels qui peuvent se rencontrer chez un animal soumis à l'insomnie expérimentale, on ne peut faire appel à la voie d'introduction péritonéale, ni sous-cutanée, ni rachidienne. — MM. **Ed. Toulouse** et **H. Piéron** étudient le mécanisme de la rétension de KBr dans l'hypochloruration; ils l'attribuent à une diminution de la pression osmotique. — M. **E. Maurel** montre que l'excès des albuminoïdes ingérés par la lapine pleine sur sa ration normale d'entretien sert à la constitution du fœtus. — M. **G. Froin** a reconnu que, si le cancer peut attirer, dans une cavité de l'organisme, du plasma sanguin et des globules rouges, il ne réalise pas directement la diapédèse leucocytaire, qui est provoquée par les globules rouges détruits. — M. **O. Gengou** a constaté l'action empêchante du citrate de soude sur l'hémolyse par le venin de cobra; elle peut être levée par l'addition d'un sel soluble de Ca. — M. **A. Frouin** a observé que l'ingestion de bleu de méthylène avec de la phloridzine empêche la production de la glycosurie par cette dernière. — M. **A. Brissemoret** montre que les acides organiques peuvent, dans certaines circonstances, dissocier leur groupement fonctionnel en permettant au carbonyle qu'ils contiennent de garder son individualité chimique et physiologique. — M. **J. J. Vassal** a obtenu de bons résultats par l'emploi du trypanroth et de la benzidine + naphtylènediamine disulfo-2:7:3:6 dans le traitement de la spirillose due au *Sp. Duttoni*.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 19 Février 1907.

MM. **L. Richon** et **P. Jeandelize** ont observé, chez la lapine, des anomalies de fonctionnement de la lactation après avoir pratiqué la thyroïdectomie. — M. **Dufour** propose d'aborder cliniquement l'étude des portions périphériques de l'œil dans l'astigmatisme, ce qui permettrait de prescrire suivant le cas, des verres cylindriques ou toriques pour la correction. — MM. **P. Bouin** et **Gobert** proposent certaines modifications à la formule qui donne le poids d'extrait en fonction de la matière grasse et de la densité du lait. — M. **L. Bruntz** a observé l'existence de néphro-phagocytes chez les Décapodes et les Stomatopodes.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 1er Mars 1907.

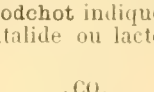
M. **C. Raveau** *expose les recherches récentes sur la transformation des corps radio-actifs.* I. *a*) Les corps radio-actifs émettent de la chaleur et diverses radiations ou particules α, β, γ; les particules α sont vraisemblablement matérielles et constituent l'hélium. On ne cherche plus ailleurs que dans les corps eux-mêmes la source de l'énergie et de la matière émises. Tout corps radio-actif se consume sans cesse; sa quantité décroît suivant une loi rigoureusement exponentielle. Pour le polonium, Mme Curie trouve que le temps nécessaire à la disparition spontanée de la moitié d'une quantité donnée (*constante de temps* θ de Curie) est 140 jours. L'uranium, le thorium, le radium semblent faire exception; il suffit d'admettre que leur constante de temps est très longue (3.600 ans pour le radium, d'après une hypothèse de Rutherford; beaucoup plus pour les deux autres éléments). *b*) Cette extinction n'est pas un anéantissement; d'une solution de radium, on peut extraire par distillation l'*émanation*, qui se condense à — 150° et se comporte comme un gaz chimiquement inerte, de poids moléculaire très élevé. En même temps qu'un corps radio-actif se consume, il se transforme; le produit de transformation peut être lui-même radio-actif et ainsi de suite. *c*) Quand les produits de transformation successifs coexistent avec le

résidu du corps générateur de la série, la loi de décroissance de la radio-activité en fonction du temps est donnée par une somme d'exponentielles; l'analyse, d'ailleurs très délicate, de cette expression totale permet de reconnaître l'existence des divers produits. C'est ainsi que Curie a découvert, dans la descendance de l'émanation du radium, un radium A (0 = 3 min.), un radium B (0 = 26 min.) et un radium C (0 = 19 min.). Cette analyse n'a de sens que si l'on opère sur plusieurs courbes, dont les ordonnées soient des sommes d'exponentielles multipliées par des coefficients différents, c'est-à-dire s'il est possible de partir de proportions variables des corps simultanément existants, autrement dit de réaliser des *fractionnements*. C'est ce que faisait Curie en chauffant une lame de platine sur laquelle subsistaient du radium B et du radium C; le radium B est plus volatil. Mais on peut effectuer, dans beaucoup de cas, des *séparations* : la même lame, traitée par un acide fort, laisse à la solution B et C, et ce dernier se précipite sur une tige de cuivre ou de nickel (von Lerch). *Les produits radio-actifs ont des propriétés physiques et chimiques bien définies. d*) Sur la lame de platine exposée à l'émanation, on reconnaît toujours, quel que soit le traitement, les mêmes produits. De même, le bismuth actif de la pechblende, traité par l'acide azotique et l'eau, fournit à Mme Curie le polonium; de sa solution chlorhydrique se dépose, sur une lame de bismuth ordinaire, le *radio-tellure* de Marckwald (0 = 139 jours), identique au polonium. *e*) Il résulte de la théorie que, dans un système qui n'échange pas de matière avec l'extérieur, la radio-activité est, à chaque instant, une fonction du temps bien déterminée et continue. Une variation brusque, telle que la réduction de trois quarts qu'on observe quand on fait bouillir une dissolution, vieille d'un mois, d'un sel de radium, s'explique par le départ de l'émanation. Cette hypothèse, pas plus que celles qu'on a pu faire pour d'autres cas, n'a rien d'arbitraire; elle ne postule aucune action qui ne soit analogue à celles que nous font connaître la Chimie et la Physique ordinaires; elle est entièrement justifiée par l'étude des propriétés déjà rappelées de l'émanation. II. *a*) Une lame métallique qui a porté du radium B et du radium C ne perd pas complètement sa radio-activité (Curie); au bout de plusieurs années, Rutherford y trouve du radium D (0 hypothétique = 40 ans), du radium E (0 = 6 jours), du radium F (0 = 143 jours), identique au polonium. Le *radio-plomb* de la pechblende contient lui-même, suivant son âge, ces trois corps. *b*) Le polonium, ou radium F, ne paraissant engendrer aucun nouveau corps transformable, on doit chercher son aboutissant parmi les métaux connus. Rutherford remarque que, dans les huit transformations successives qui s'effectuent à partir du radium, cinq sont accompagnées de l'expulsion de particules α; il admet que chaque expulsion diminue le poids atomique d'une quantité égale à celui de l'hélium (He = 4), ce qui conduit à 225 — 20 ou 205; le terme ultime serait le plomb (Pb = 206,5). La présence du plomb dans les minéraux radifères est d'accord avec cette hypothèse. *c*) Le radium semble provenir lui-même de l'uranium par l'intermédiaire de l'actinium. Les analyses de Boltwood révèlent une proportionnalité parfaite des teneurs en uranium et en radium de 21 minéraux, proportionnalité voulue par la théorie lorsqu'en présence d'un corps, dont la constante est très grande, subsistent ses descendants. La même constance se retrouve pour le rapport de l'uranium à l'actinium; M. Debierne a toujours observé l'émanation du radium en coexistence avec celle de l'actinium, et Boltwood vient d'annoncer qu'il avait transformé l'actinium en radium. D'autre part, les expériences de Soddy sur la transformation directe de l'uranium en radium ont été, de la part de Boltwood, l'objet de critiques restées sans réponse. III. Curie a observé que l'action ionisante des rayons α s'arrête brusquement à une distance déterminée de la source. Cette observation a été confirmée et étendue par Bragg et Kleeman, Rutherford et ses élèves. *a*) Un fil très fin activé par l'émanation du radium ne porte, au bout de quelque temps, comme produit émettant les rayons α, que du radium C. La courbe qui représente l'ionisation en chaque point, en fonction de la distance, s'élève d'abord très lentement, puis gagne rapidement un maximum (à la distance de 5,4 cm. dans l'air), d'où elle redescend encore plus vite à une valeur résiduelle très faible, qui révèle la présence de rayons β et γ. Ce résidu est assez faible pour qu'une extrapolation certaine fixe la distance 6,8 cm. comme celle où l'action ionisante des rayons α seuls s'annulerait. La phosphorescence et l'action photographique semblent s'annuler en même temps. *b*) La même forme se conserve rigoureusement quand on fait traverser aux rayons α des feuilles d'aluminium: on observe seulement que la *carrière* (range) des rayons α est réduite de 0,5 cm. dans l'air par le passage à travers 0,00031 cm. d'aluminium. La courbe d'ionisation est raccourcie et transférée, vers la source, de cette quantité. L'étude des épaisseurs équivalentes d'un grand nombre de métaux et de gaz a conduit Bragg et Kleeman à cet énoncé: la carrière de rayons qui ont rencontré un même nombre d'atomes (ou de molécules) est réduite d'une quantité proportionnelle à la racine carrée du poids atomique (ou moléculaire). Cette loi s'applique à l'hydrogène en considérant l'atome, et à l'air en considérant un poids atomique moyen 14,4. *c*) *La fin de la carrière ne correspond pas à l'annulation de la vitesse des rayons* α. Cette vitesse a été déduite, par Rutherford, de l'action d'un champ magnétique, dans le vide, sur des rayons α qui traversaient des épaisseurs croissantes d'aluminium. *La force vive est exactement une fonction linéaire* (et non exponentielle) *de l'épaisseur traversée*; à la fin de la carrière des rayons α du radium C, leur vitesse est encore 40 % de la vitesse initiale. D'où cette conséquence qu'un corps peut émettre des rayons α sans que nous nous en apercevions, si leur vitesse est suffisamment faible. *d*) Une source complexe donne naissance à une courbe où peuvent se distinguer autant de maxima que de produits distincts émettant des rayons α. C'est par cette méthode toute nouvelle d'analyse que Hahn a dédoublé un produit de descendance du thorium. La courbe d'ionisation du radium, d'abord simple quand le sel vient d'être préparé, se complique peu à peu et confirme l'existence des quatre produits émettant des rayons α (radium, émanation, radium A, radium C). — **M. Ch. Ed. Guillaume** décrit les travaux de mesure de la base géodésique du Simplon, qui ont déjà été exposés ici même (voir la *Revue* du 30 avril 1906, p. 350).

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 22 Février 1907.

M. V. Auger a étudié les propriétés du métaphosphate cuivreux. Ce sel est stable au rouge, mais se scinde, par refroidissement, en cuivre métallique et phosphate cuivrique. Se basant là-dessus, il admet que le verre d'aventurine au cuivre est formé de la même manière, c'est-à-dire qu'il provient de la scission d'un silicate cuivreux en cuivre cristallisé et silicate cuivrique. — **M. M. Godchot** indique un nouveau mode de formation du phtalide ou lactone orthoxyméthylbenzoïque :



Ce composé s'obtient très régulièrement en hydrogénant l'anhydride phtalique au moyen de la réaction catalytique au nickel. L'hydrogénation s'effectue dans de bonnes conditions en opérant aux environs de 200°. Le phtalide, soumis de nouveau à l'action hydrogénante du nickel, reste pour ainsi dire inaltéré. — **M. E. Fouard** fait part des résultats qu'il a obtenus en étudiant les propriétés colloïdales de l'amidon transformé, d'après

MM. Fernbach et Wolff, par actions consécutives de l'acide chlorhydrique étendu, de l'eau distillée et de la chaleur. En répétant plusieurs fois les deux premières parties de ce traitement, il a étudié les produits des phases successives au point de vue de leur impureté minérale résiduelle, provenant de l'amidon initial. Il a constaté d'abord une fixité très remarquable de cette matière minérale et, en particulier, du phosphore qu'elle contient. Il a pu démontrer que cet élément, contrairement à l'affirmation de certains auteurs, n'existe dans l'amidon qu'à l'état de phosphates minéraux, et non à l'état organique. En déterminant ensuite les propriétés colloïdales de cet amidon purifié, il a constaté la parfaite réversibilité de ses transformations vers l'état coagulé ou vers l'état pseudo-soluble, la coagulation étant déterminée, soit par le froid, soit par les acides, le retour à l'état liquide étant provoqué, soit par la chaleur, soit par les alcalis, toutes ces phases successives pouvant être alternativement reproduites sur le même milieu, soit par variation de température, soit par apports successifs d'acide ou de base. Il a recherché ensuite l'action des sels et constaté que, seuls, ceux qui présentent en solution aqueuse le phénomène d'hydrolyse possèdent sur le colloïde une action de même sens que les acides et les alcalis. Il en a déduit qu'une seule cause réversible intervenait dans cette variation d'états: un excès d'ions H+, ou un excès d'ions OH —. Partant de cette constatation, il a établi une théorie physico-chimique de la coagulation et des migration de l'amidon dans l'organisme végétal, en faisant intervenir les phosphates fixés sur l'amidon comme agents sensibilisateurs.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 13 Décembre 1906 (suite).

M. **R. C. Maclaurin** présente ses *recherches sur l'intensité de la lumière réfléchie par les substances transparentes.* Les travaux de Rood et de Rayleigh ont montré que le pouvoir réflecteur du verre n'est pas conforme aux résultats tirés de la théorie de Fresnel, mais qu'il diffère de la valeur calculée de quantités trop grandes pour être attribuées à des erreurs expérimentales. L'auteur montre que ce désaccord doit être attribué à l'existence d'une couche de transition graduelle à la surface du verre. — M. **T. H. Havelock** a étudié la polarisation électrique ou magnétique induite dans un barreau cylindrique de longueur finie par un champ de force uniforme parallèle à son axe. — M. **E. Gold** décrit une série d'expériences sur la conductibilité électrique d'une flamme de gaz d'éclairage, dont le principal objet a été de déterminer les *vitesses des ions négatifs dans la flamme* produits soit par l'ionisation de vapeurs salines, soit par l'ionisation des gaz de la flamme. Deux méthodes ont été employées dans ce but : La première dépend de la détermination du rapport entre le gradient du potentiel dans la flamme à une certaine distance des électrodes et le courant qui la traverse ; elle donne la vitesse des ions des gaz de la flamme. La seconde consiste à trouver le gradient de potentiel nécessaire pour forcer les ions négatifs dus à une vapeur saline à se mouvoir à travers la flamme d'une électrode à l'autre, tout en étant portés vers le haut par le courant gazeux. Les résultats obtenus montrent que la vitesse des ions négatifs dans la flamme due à un gradient de potentiel de 1 volt par centimètre est d'environ 10.000 centimètres par seconde. La vitesse calculée pour un électron ou corpuscule négatif étant d'environ 13.000 centimètres par seconde, il semble que les ions négatifs des flammes sont probablement des électrons. Des expériences précédentes n'avaient donné qu'une vitesse de 1.000 centimètres par seconde ; l'auteur montre que cet écart provient de la supposition erronée que, pour de faibles différences de potentiel, le gradient du potentiel est uniforme entre les électrodes.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Février 1907.

M. **T. R. Lyle** étudie les *diagrammes indicateurs des transformateurs* et montre qu'aucune des méthodes connues ne permet de déterminer directement et indépendamment l'onde de flux magnétique F dans le noyau ou l'onde de courant magnétisant usuellement représentée par la somme de vecteurs $n_1C_1 + n_2C_2$. Or, si un courant périodique C traverse le primaire d'une paire de bobines dont l'induction mutuelle est M, et si le secondaire est joint, par un commutateur spécialement arrangé, qui commute deux fois par seconde, à une large résistance r, puis à un galvanomètre, il y aura une déviation permanente γ reliée à la valeur instantanée de C du courant, à l'instant de la commutation, par la relation :

$$MC = \frac{\lambda r T}{4 M}\gamma,$$

où λ est le facteur de réduction du galvanomètre et T la période. Mais, si l'on emploie trois bobines, dont deux (p_1 et p_2) comme primaires et la troisième S comme secondaire commun, si M_1 est l'induction mutuelle entre p_1 et S, et M_2 celle entre p_2 et S, enfin si le courant C_1 circule dans p_1, tandis que C_2 circule dans p_2, et que le secondaire S est relié par une résistance au galvanomètre, on a :

$$n_1C_1 + n_2C_2 = \frac{\lambda r T}{4 M}\gamma,$$

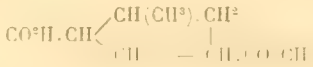
où $M_1/n_1 = M_2/n_2 = M$. En ajustant convenablement M_1 et M_2, la somme de vecteurs $n_1C_1 + n_2C_2$ est proportionnelle à γ. — M. **Bragg** a cherché à déterminer les quantités relatives d'*ionisation produites par les particules α du radium C dans différents gaz et vapeurs.* L'auteur suppose que l'ionisation i est reliée à la dépense d'énergie e de la particule α par l'expression $\delta i/\delta e = kf(v)$, où k est une constante pour chaque gaz et $f(v)$ une fonction de la vitesse de la particule α seulement. Le nombre total d'ions produits par les particules α de RaC varie avec la nature du gaz ; pour la plupart des gaz complexes et vapeurs examinés, il est supérieur d'un tiers à celui de l'air. L'action primaire de la particule α est donc sous-atomique ; la production d'ions peut être considérée comme une conséquence secondaire, qui varie avec l'énergie dépensée, la vitesse de la particule et la nature de la molécule ionisée.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

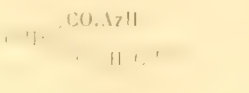
Séance du 7 Février 1907.

M. **H. J. S. Sand** a expérimenté une méthode électro-analytique pour la séparation et la détermination rapides des métaux suivants: Ag, Hg, Cu, Bi, Pb, Cd et Zn. La séparation a lieu par la méthode des potentiels gradués. Seuls Hg et Ag ne peuvent être séparés ; ils sont alors déposés ensemble, séparés par la méthode ordinaire, puis Ag est déterminé électrolytiquement.— MM. **G. Barger** et **F. H. Carr** se rallient à la formule de Tanret, $C^{35}H^{39}O^5Az^5$, pour l'ergotinine cristallisée de l'ergot de seigle; ils proposent le nom d'ergotoxine et la formule $C^{35}H^{41}O^6Az^5$ pour un second alcaloïde amorphe de l'ergot; c'est lui qui jouit de propriétés physiologiques actives: le premier est l'anhydride du second.— M. **G. T. Morgan** et Mlle **F. M. G. Micklethwait** ont méthylé progressivement le 4:6-diamino-*m*-xylène et étudié l'action des sels de diazonium sur les produits obtenus. Le dérivé monométhylé donne des dérivés azoïques, tandis que les dérivés di- et triméthylés ne fournissent que des diazoamines. — M. **F. Tutin**, en réduisant par Na et l'alcool l'acide umbellulonique $C^9H^{14}O^4$, provenant de l'oxydation de l'umbellulone, a obtenu un hydroxy-acide $C^9H^{18}O^3$, qui est l'acide δ-hydroxy-α-isopropyl-*n*-hexoïque $CH^3.CH(OH).CH^2.CH^2.CH(CO^2H).CH(CH^3)^2$, car sa lactone fournit par oxydation

de l'acide acétique et de l'acide isopropylsuccinique. Il en résulte que l'acide umbellulonique possède la formule :



— Le même auteur a obtenu, par réduction de l'hydroxylamino-dihydro-umbellulone-oxime, l'aminotétrahydro-umbellulylamine, dont le dibenzoate fond à 212°-213. — MM. R. H. Pickard et W. O. Littlebury ont préparé de nombreux éthers aryliques et amides de l'acide *l*-menthylcarbamique et mesuré leur pouvoir rotatoire. — MM. A. G. Perkin et W. P. Bloxam ont isolé de l'indigo naturel, par la pyridine bouillante, le brun d'indigo, mélange dont le principal constituant $C^{16}H^{12}O^3Az^2$ est décomposé par KOH concentrée avec formation d'acide anthranilique. — M. A. G. Perkin a constaté la présence, dans quelques échantillons d'indigo de Java, d'une faible quantité d'isatine. — MM. W. N. Hartley et E. P. Hedley ont étudié le spectre d'absorption de l'acide benzoïque, de divers benzoates et de la benzamide. Les bandes d'absorption de toutes ces substances ont une relation étroite et proviennent du noyau benzénique. — Les mêmes auteurs ont étudié les spectres d'absorption des trois acides phtaliques isomères : celui de l'acide *o*-phtalique a une forte bande d'absorption, celui de l'acide isophtalique une bande étroite dans la même position, et celui de l'acide téréphtalique n'a aucune bande. — MM. H. Henstock et Ch. H. G. Sprankling en condensant le β-méthylcyanosuccinate diéthylique sodé avec l'α-bromo-isobutyrate d'éthyle, ont obtenu l'acide αδ-diméthylbutane-αβδ-tricarboxylique, donnant par hydrolyse l'acide αaγ-triméthyltricarballylique ; avec le ββ diméthylcyanosuccinate diéthylique sodé, on arrive à l'acide αaγγ-tétraméthyltricarballylique. — M. J. F. Thorpe a constaté que les matières colorantes de la série de l'oxazine qui sont des dérivés de la phénonaphtoxazine contenant des groupes aminés libres ou substitués dans la position 6 du noyau sont rapidement convertis dans la phénonaphtoxazone correspondante par chauffage au bain-marie en présence d'acides très dilués. — MM. Th. Purdie et D. Mc L. Paul, en méthylant par CH^3I et AgOH le méthylfructoside de Fischer, ont obtenu le tétraméthylméthylfructoside, donnant par hydrolyse le tétraméthylfructose. La forme α fond à 98°-99°; $\alpha_D = -94°2$. — M. N. L. Gebhard présente un appareil simple, avec agitateur, pour le traitement d'un liquide, à son point d'ébullition, par deux ou plusieurs gaz. — M. S. Pickering, en précipitant l'arséniate de sodium du commerce par l'acétate de plomb, a obtenu l'arséniate triplombique ; avec le nitrate de plomb, il se forme le sel diplombique mélangé d'un peu d'arséniates mono- et triplombique. Les sels de calcium forment des précipités d'arséniate tricalcique. — MM. S. et Th. P. Hilditch, en réduisant par la poudre de Zn le chlorure de l'acide camphosulfonique de Reychler, ont obtenu l'acide campho-β-sulfinique, qui, traité par un éther phénolique et un déshydratant, fournit des bases de camphorylsulfonium. Ces corps sont fortement lévogyres. — MM. Ch. A. Keane et W. W. S. Nicholls, en condensant la benzaldéhyde avec la salicylamide à chaud en présence d'HCl ou d'acétate de Na, ont obtenu la 2-phényl-1 : 3-benzoxazone :



F. 160°. Avec l'anisaldéhyde, il se forme la 2-*p*-méthoxyphényl-1 : 3-benzoxazone, F. 166°-167°. — MM. H. Burrows et Ch. A. Keane, en chauffant la diéthylmalonamide avec la benzaldéhyde en présence d'HCl, ont obtenu la 4 : 6-dicéto-2-phényl-5 : 5-diéthylhexahydropyrimidine, F. 262°.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 7 Janvier 1907.

M. W. F. Reid résume l'œuvre du VIe Congrès international de Chimie appliquée tenu à Rome en 1906. — MM. C.-H. Bedford et R.-L. Jenks présentent leurs recherches sur la détermination des alcools supérieurs dans les eaux-de-vie. Ils proposent la méthode suivante : l'eau-de-vie neutralisée est diluée, additionnée de $CaCl^2$ granulaire sec, puis agitée avec deux portions successives de CCl^4; on réunit ces deux portions, qu'on lave deux fois avec une solution saturée de $CaCl^2$, puis on éthérifie la solution tétrachlorocarbonique des alcools supérieurs, et enfin on détermine ces alcools par la méthode à l'iode.

Séance du 4 Février 1907.

MM. Ph. Schidrowitz et F. Kaye ont déterminé la composition chimique de quelques caoutchoucs employés à la fabrication des pneumatiques. Ils étaient généralement de bonne qualité. Les échantillons les moins bons présentaient soit un très faible, soit un haut coefficient de vulcanisation. En général, les substances autres que le caoutchouc sont seulement des matières minérales. Les auteurs ont également analysé quelques caoutchoucs bruts; la meilleure méthode consiste à déterminer directement le caoutchouc par évaporation d'un solvant, après avoir enlevé l'humidité et la résine.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 25 Janvier 1907.

M. J. Lane présente une burette à remplissage automatique.

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 22 Janvier 1907.

M. J. Mc Leod a étudié la *redistribution de l'azote dans la distillation de la houille*. Cet azote est en partie retenu par le coke, en partie éliminé à l'état d'azote libre, d'AzH^3, de cyanogène et de bases du goudron. L'auteur calcule qu'environ 17 % de l'Az passent à l'état d'AzH^3; en moyenne, 58,3 % de l'Az sont retenus par le coke; 3,9 % de l'Az se retrouvent dans les bases du goudron; 1,2 % passe à l'état de cyanogène; enfin, 19,5 % de l'Az, en moyenne, se dégagent à l'état libre.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 3 Décembre 1906.

M. F. W. Richardson propose l'emploi d'une solution d'hydrate de baryte pour déterminer le titre de l'acide sulfurique. 5 c.c. d'acide dilué, de poids spécifique connu, sont versés dans une capsule de platine tarée, rapidement pesés, puis titrés à la phénolphtaléine avec une solution de baryte filtrée. La solution neutralisée est évaporée au bain-marie et calcinée au rouge pour détruire la matière organique; il reste du sulfate de Ba pur, qu'on pèse ; connaissant la densité de l'acide, on en déduit son titre.

Séance du 21 Janvier 1907.

MM. H. R. Procter et H. G. Bennett terminent l'examen des méthodes actuelles d'analyse des matières tannantes et recommandent comme préférable leur méthode à la poudre de peau chromée.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 14 Décembre 1906.

M. von Pirani présente un instrument qu'il vient de construire pour la détermination et l'enregistrement des vides. Au courant d'essais étendus faits dans les

usines de Siemens et Halske, il s'est trouvé dans la nécessité de construire un instrument simple et peu coûteux pour remplacer l'éprouve de Mc Leod. Ce problème présentait une certaine importance, non pas seulement au point de vue technique, pour la détermination rapide des petites variations de pression aux pressions réduites, mais encore au point de vue sanitaire, pour remplacer le mercure, si nuisible à la santé des ouvriers. L'auteur a été amené à examiner à ce propos les conductivités thermiques, lesquelles, comme l'ont fait voir dès 1875 MM. Kundt et Warburg, sont un réactif extrêmement sensible pour la qualité d'un vide donné. Dans le dispositif imaginé par M. von Pirani, on observe l'état stationnaire d'un fil chauffé électriquement. Les trois grandeurs caractéristiques d'un fil chauffé par l'électricité sont l'intensité du courant, sa tension et la résistance du fil. En partant de cette dernière, l'on trouve, le coefficient de température étant donné, la température du fil. Il importe donc de disposer le fil dans un vase où le vide peut être fait, de façon à ce qu'on puisse observer, pour des raréfactions différentes, l'une de ces grandeurs caractéristiques (ou deux d'entre elles), les autres (ou l'autre) étant maintenues constantes. De là, plusieurs variations qui se prêtent également bien à réaliser le but que s'est proposé M. von Pirani. Ce dernier se sert, comme fil chauffé par l'électricité (au sein d'un vase à vide), d'une lampe au tantale de 25 bougies, sous 110 volts, disposée en série avec un accumulateur et un milliampère-mètre et raréfiée au moyen d'une pompe à air. A mesure que la raréfaction avance, l'échauffement du fil dû à l'action du courant augmente; la tension restant constante, le courant, en raison du coefficient de température positif du fil, va en s'affaiblissant. Aussi la progression de la raréfaction se lit-elle directement par le recul de l'aiguille de l'ampère-mètre. La température du fil monte pendant cette expérience au delà de 200°. Un autre dispositif, plus convenable pour les appplications pratiques, comprend une combinaison avec le pont de Wheatstone. Une autre méthode consisterait à disposer, dans un vase à vide, une pile thermoélectrique, dont l'une des soudures reçoit des quantités d'énergie constantes, soit par rayonnement, soit directement par l'action d'un courant électrique (Voege), en même temps que l'autre soudure est maintenue à une température constante. — M. **M Planck** présente une remarque au sujet de la constante de la loi des déplacements de Wien. Il fait remarquer la divergence qui existe quant à cette constante universelle, suivant qu'on la détermine par l'expérience ou par un calcul théorique.

Séance du 11 Janvier 1907.

M. **K. Scheel** présente les résultats de ses recherches sur la dilatation des corps solides, notamment du quartz (dans la direction de son axe principal), du platine, du palladium et du verre de quartz à la température de l'air liquide. On n'avait, jusqu'à ce jour, tenté de déterminations de la dilatation absolue des solides pour des températures aussi basses que dans deux cas. L'auteur élimine les difficultés s'opposant à ce genre de recherches en utilisant la méthode de Fizeau. Les résultats de ses expériences font voir l'impossibilité où l'on est de représenter, pour le quartz cristallin, le platine et le palladium, la dilatation dans l'intervalle de — 190° à + 100° tout entier par des formules d'interpolation carrées, en utilisant toute la précision des observations. Aussi l'auteur établit-il, à titre provisoire, des formules à trois termes. Dans le cas du verre de quartz, la formule carrée est, au contraire, suffisante. Cette formule donne le résultat inattendu que le verre de quartz, étant chauffé de — 190° à + 16°, loin de s'allonger, se raccourcit de 41 μ par mètre. Il y a donc un minimum correspondant à la température de — 46°. — M. **K. Scheel** présente encore une Note sur la détermination des coefficients de réfraction des gaz à la température ordinaire et à celle de l'air liquide. Le vase à refroidissement employé dans les recherches décrites ci-dessus peut servir à déterminer les coefficients de réfraction des gaz, en se basant sur la variation de la longueur optique de la couche gazeuse intermédiaire entre les surfaces de quartz, variations dont s'accompagne toute variation de la pression du gaz. Ces expériences démontrent la validité du théorème relatif à la constance du pouvoir de réfraction dans le cas de l'hydrogène et de l'azote jusqu'à la température de l'air liquide. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Novembre-Décembre 1906.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **A Venturi** transmet un résumé sur les travaux exécutés pour vérifier la valeur de la gravité à Palerme. — M. **V. Reina** établit une comparaison entre la valeur absolue de la gravité déterminée à Rome et celle reconnue récemment à Potsdam. — M. **G. Morera** publie quelques considérations sur les fonctions harmoniques ellipsoïdales. — M. **F. Enriques** : Sur les surfaces algébriques qui admettent une série discontinue de transformations birationnelles. — M. **P. Burgatti** expose une extension de la méthode d'intégration de Riemann aux équations linéaires d'ordre n avec deux variables indépendantes. — M. **E. E. Levi** : Recherches sur la théorie des fonctions automorphes. — M. **F. Severi** s'occupe d'une propriété des formes algébriques qui manquent de points multiples. — M. **U. Sbrana** étudie la surface de Serret dans les espaces à courbure constante. — M. **L. Orlando** reprend le problème de l'induction magnétique, et il en donne une solution au moyen d'une série plus rapidement convergente que celle déjà signalée par lui dans une note précédente.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **P. Blaserna** présente un Rapport sur les dernières expériences exécutées à Castelfranco Veneto avec les canons et les fusées grélifuges; il arrive à la conclusion que ce moyen de protection s'est montré complètement inefficace. — M. **F. Macchia** décrit ses recherches sur la conductibilité thermique des corps à basse température; ces recherches montrent que la méthode fondée sur la loi de Stéfan est préférable à celle qui se fonde sur la loi de Newton. — M. **P. Perotti** signale qu'il est possible de faire agir un microphone Hugues comme un interrupteur automatique. — MM. **L. Cassuto** et **A. Occhialini** ont étudié les potentiels explosifs à hautes pressions, avec une disposition expérimentale particulière. — MM. **G. Ciamician** et **P. Silber** décrivent l'action de l'acide cyanhydrique sur l'ammoniac-aldéhyde, et ajoutent d'autres observations sur les actions chimiques de la lumière, en particulier sur les modifications de l'acétone. — MM. **G. Bargellini** et **A. Mieli** s'occupent de l'influence exercée par un sel en concentration variable sur la vitesse de décoloration de solutions aqueuses de substances colorantes, sous l'influence de la lumière. — M. **R. Ciusa** transmet le résultat de ses recherches sur l'action de la lumière sur les oximes. — MM. **G. Bruni** et **B. Vanzetti** exposent leurs recherches sur la vitesse des diffusions électrolytiques. — M. **I. Bellucci**, avec la collaboration de M. **S. Rubegni**, s'occupe de la fonction acide du bioxyde de nickel; et, avec la collaboration de M. **N Parravano**, étudie la préparation et les propriétés de l'acide plombique colloïdal. — MM. **G. Plancher** et **C. Ravenna** décrivent l'action du réactif de Grignard sur quelques indolénines.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **F. Millosevich** décrit un gisement d'azurite en Sardaigne, et ajoute quelques observations sur la formation des carbonates de cuivre naturels. — M. **B. Nelli** étudie la formation calcaire du Mont Titan dans la République de Saint Marin; il reconnaît que, soit pour la stratigraphie, soit paléontologiquement, cette formation doit être attribuée à la partie inférieure du Miocène moyen. — M. **G. Dainelli**

démontre la contemporanéité des dépôts volcaniques et glaciaires dans la province de Rome. — M. R. **Pardo** décrit des expériences intéressantes qu'il a exécutées en enlevant le bulbe oculaire des Tritons et en le remettant en place; il a observé qu'il reprend son adhésion aux tissus et vit comme une greffe; le même auteur a pu faire reproduire, toujours chez les Tritons, le cristallin plusieurs fois de suite. — M. L. **Petri** s'occupe d'une maladie du figuier qui s'est développée depuis plusieurs années en Calabre, et qui fait sécher les extrémités des rameaux; la maladie est due, probablement, à un saprophyte très répandu, qui devient pathogène pour les plantes seulement dans des conditions particulières. — M. U. **Brizi** a suivi les dégâts causés par la *Typhula variabilis* sur la betterave à sucre; il a reconnu que la terrible maladie peut être combattue à l'aide des engrais minéraux et des adjonctions calcaires au terrain. — Mlle D. **Bruschi** décrit ses recherches sur la digestion et sur l'activité sécrétive dans l'albumen du ricin. ERNEST MANCINI.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 10 Janvier 1907.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. E. **Weiss** a calculé l'orbite de la comète 1905 IV; il est probable qu'elle sera de nouveau visible en février et mars de cette année et pourra être suivie un certain temps.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. J. **Rozic** estime que la liquéfaction de l'air dans la machine de Linde a lieu avec consommation de travail interne, et non de travail externe, comme le croit R. Pictet. La formule de Thomson et Joule n'est pas applicable à la liquéfaction de l'air. — M. R. **von Hasslinger** essaie d'expliquer la conduction métallique par une extension de la théorie des ions. — M. E. **Lecher** a constaté que la loi de Ohm est encore valable pour des densités de courant qui dépassent de beaucoup celles que l'on a jusqu'à présent expérimentées. — M. J. M. **Pernter** montre que la théorie de Galle est celle de l'arc tangent au halo de 46°, tandis que la théorie de Bravais se rapporte à l'arc circumzénithal du même halo. Ces deux arcs sont donc deux phénomènes différents, mais qui peuvent très bien coexister. — M. V. F. **Hess** a reconnu que l'uranium X, séparé de l'uranium, ne dégage pas seulement des rayons β et γ, mais aussi des rayons α, qui se distinguent par leur absorption de ceux de l'uranium pur; ce sont les rayons α les plus mous connus. L'activité α de l'uranium X diminue suivant la même période que l'activité $\beta+\gamma$. — M. E. **Deussen** : Sur la composition du fluorure de fer $Fe^2F^6.9H^2O$. — M. A. **Kailan** a déterminé les constantes d'éthérification des acides *o*-, *m*- et *p*-oxybenzoïques dans l'alcool presque absolu (99,85 °/₀ et au-dessus). En présence d'HCl 0,333 normal, elles sont dans le rapport 1:30,8:11,5. — MM. R. **Wegscheider** et E. **Frankl** ont constaté la formation anormale d'acide libre dans l'action des halogénures d'alkyles sur divers sels, qu'ils attribuent à une action de l'alkyle à l'état naissant sur l'eau ou l'alcool présent. — M. R. **von Hardt-Stremayer** montre que le second acétate de cellobiose de Geinsperger, F.198°, est identique à celui de Maquenne; sous l'influence de H^2SO^4 concentré, il se transforme dans son isomère à point de fusion plus élevé. — Le même auteur, en traitant les oxycelluloses par l'anhydride acétique et l'acide sulfurique concentré, a obtenu l'acétate de cellobiose.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. B. **König** a étudié la fonction de la rétine dans la vision. Pour lui, il se forme par photo-ionie une image plastique dans la couche des cônes et des bâtonnets; les granulations nerveuses de la rétine agissent alors comme un cohéreur, la pression de l'image plastique établissant un rapport de conduction entre les éléments nerveux séparés de la rétine. — M. M. **Holl** déduit de l'étude de la région pariéto-occipitale du cerveau humain que la plastique de cette écorce cérébrale ne présente pas une image finie, mais que cette région du cerveau est soumise à un processus de transformation encore agissant, qui a pour but d'enrichir les rapports, simples à l'origine, de cette région, c'est-à-dire d'en augmenter la surface et de créer de nouveaux centres corticaux. — M. F. **Werner** présente ses recherches sur la faune des Orthoptères du Soudan égyptien. — M. R. **Wagner** a étudié la morphologie du *Sanchezia nobilis* Hook. — M. T. F. **Hanausek** communique ses recherches sur la couche charbonneuse du péricarpe des Composites. Sa résistance à l'action des réactifs et des solvants et sa combustibilité montrent qu'il s'agit d'une substance à haute teneur en carbone.

Séance du 17 Janvier 1907.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. O. **Flaschner**, dans la réduction électrolytique de l'acide nitreux, a obtenu, même avec de faibles potentiels, le terme ultime : AzH^3. — MM. P. **Friedlaender** et A. **Chwala**, en traitant les sels de diazonium en solution neutre par l'acide thioacétique et l'acide thioglycolique, ont obtenu les corps $Ar-Az^2-S.COCH^3$ et $Ar-Az^2-S.CH^2.COOH$. Ces derniers peuvent perdre facilement leur Az avec formation d'acides arylthioglycoliques, dont un grand nombre ont été préparés. — MM. H. **Meyer** et R. **Turnau** décrivent un procédé commode pour la préparation des acides pyridine- et quinoline-carboniques au moyen de leurs sels.

2° SCIENCES NATURELLES. — M. L. **Braun** montre que, par injection intra-veineuse de petites doses d'adrénaline chez le lapin et le chien, on peut produire des modifications des plus fins vaisseaux artériels, consistant dans des changements des parties élastiques de la paroi et des fibres musculaires, lesquels provoquent, par compensation, des lésions des éléments élastiques et de la musculature. — M. H. **Karny** a étudié la faune des Orthoptères du Soudan égyptien et du nord de l'Uganda, en particulier le genre *Catantops*.

Séance du 24 Janvier 1907.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. G. **Niessl von Mayendorf** a déterminé les trajectoires des météores du 19 janvier et du 29 juin 1905. Le point radiant du premier était situé par 268°,8 d'ascension droite et 45°,8 de déclinaison nord, celui du second par 283° d'ascension droite et 30° de déclinaison sud.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. A. **Skrabal** montre que la décomposition des hypoiodites en solution alcaline, en présence d'iodure de potassium, a lieu avec formation d'iode, et que ce dernier se combine avec l'hypoiodite en excès dans la solution pour former un hypotriiodite NaI^3O. — M. R. **Ofner** propose une nouvelle méthode de recherche et de dosage du raffinose, basée sur son hydrolyse à l'ébullition avec H^2SO^4 à 3 °/₀, ce qui le transforme quantitativement en galactose, caractérisable et pesable sous forme de sa méthylphénylhydrazone peu soluble.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. R. **Wagner** présente ses recherches sur la morphologie du tabac et des autres genres de *Nicotiana*. L. BRUNET.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 7 15 AVRIL 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Edouard Hospitalier. — La mort vient de surprendre, en pleine production comme en pleine maturité, l'un des hommes les plus connus par ses travaux dans les deux domaines contigus de l'Electricité et de l'Automobilisme.

Edouard Hospitalier a succombé, le 9 mars dernier, à l'âge de cinquante-quatre ans, à une pneumonie qui l'enleva en quelques jours.

Né le 24 août 1852, Hospitalier était, en 1877, ingénieur des Arts et Manufactures, secrétaire de la rédaction de la *Lumière Electrique*, que, d'ailleurs, il quitta bientôt pour *L'Electricien*. Il fut, parmi les premiers ingénieurs français, initié aux questions électriques, alors que l'Exposition de 1881 montrait, en face de l'industrie française naissante, l'étonnant développement que les Américains avaient donné aux choses de l'électricité. Aussi se trouva-t-il tout désigné pour remplir la chaire d'Electricité à la nouvelle Ecole de Physique et de Chimie que la Municipalité de Paris créa en 1882. Hospitalier occupa, jusqu'au jour de sa mort, ce poste, dans lequel il contribua largement à la formation des nombreux ingénieurs sortis de cette école, et dont plusieurs occupent des situations importantes dans les industries électriques de la France.

La caractéristique principale de l'enseignement d'Hospitalier était la simplicité et la clarté. Il voulait voir clair pour lui et pour les autres, et perfectionnait sans cesse ses méthodes d'enseignement. Il fut aussi un champion de la correction du langage, si nécessaire dans une science et une industrie où se rencontrent tant de notions diverses et délicates.

Mais Hospitalier ne se cantonna pas dans ses fonctions de professeur : il enseigna beaucoup par la plume, dans les journaux qu'il dirigea successivement, *L'Electricien* et *L'Industrie électrique*, et dans les revues auxquelles il collabora.

Hospitalier écrivit aussi plusieurs ouvrages d'enseignement de l'Electricité : *Les Compteurs*, *Traité élémentaire de l'Energie électrique*, les *Principales applications de l'Electricité;* son *Formulaire pratique* est dans toutes les mains.

On doit aussi à Hospitalier d'ingénieuses inventions, telles que le *manographe* et l'*ondographe*, dans lequel l'inscription instantanée d'un courant oscillatoire est remplacée par un enregistrement lent, libérant l'appareil des effets de l'inertie, grâce à un ingénieux artifice de prise du courant en des points décalés des ondes successives.

Sa grande compétence dans les questions d'industrie électrique et automobile lui valut de faire partie d'une foule de commissions d'étude, et d'être rapporteur dans plusieurs jurys d'expositions. Il présida la Société internationale des Electriciens, le Comité d'électricité à l'Exposition de 1900. Sa mort cause d'unanimes regrets dans les milieux scientifiques et industriels, où sa figure était des plus populaires.

§ 2. — Astronomie

Sur un cas asymptotique du problème des trois corps. — Dans sa *Mécanique Céleste* (t. IV), Laplace dit que si, à l'époque arbitraire prise pour origine, la Lune s'était trouvée en opposition avec le Soleil, à une distance de cet astre représentée par 101, celle de la Terre étant représentée par 100, et que les vitesses relatives de la Terre et de la Lune eussent été aussi parallèles à cette époque et dans le rapport de 100 à 101, la Lune serait toujours restée en opposition avec le Soleil. Liouville[1] a discuté cette assertion, et il s'est demandé si le système, dans l'état considéré par Laplace, aurait été stable : d'une manière générale, la réponse lui parut négative; cependant, des conditions assez étendues permettent d'obtenir, dans ce cas, des solutions périodiques. Gylden et M. Liapounof ont étudié ces questions[2], et la stabilité des solutions périodiques a été complètement explicitée par MM. J. Perchot et J. Mascart[3] en suivant les nouvelles méthodes de M. Poincaré.

Mais il était intéressant de voir aussi ce qui se passe dans le voisinage du second point de Lagrange, cas où les trois masses forment un triangle équilatéral. MM. J. Perchot et J. Mascart ont établi que, dans ce

[1] Additions à la *Concordance des Temps* pour 1845.
[2] *Bulletin astronomique*, t. I, p. 361, et t. VI, p. 181.
[3] *Bulletin astronomique*, août 1895.

cas, il n'existe pas de solutions périodiques pour une petite masse placée au voisinage du sommet du triangle équilatéral, alors que deux masses égales occupent les deux autres sommets. Toutes ces recherches, bien entendu, sont relatives à trois corps isolés, car, pour l'affirmation de Laplace par exemple, il faut reconnaître que l'attraction des autres planètes, qui n'est pas la même sur la Terre et sur la Lune, finirait par empêcher les conditions spéciales requises d'être exactement remplies, et entraînerait, en dernier lieu, l'instabilité du système.

Stockwell a étudié un cas analogue, avec, cette fois, une grosse masse à un sommet, deux petites aux deux autres, se préoccupant ainsi de deux petites planètes qui circuleraient dans un même plan et à une même distance du Soleil[1] : la conclusion à laquelle est parvenu cet auteur est que le système est stable si les deux planètes se trouvent placées à une distance angulaire de 60°; si cette condition n'est pas remplie au début, elle sera réalisée peu à peu par l'effet des perturbations mutuelles. M. Strömgren a repris cette importante question[2] à propos du dixième satellite de Saturne, qui paraît si voisin d'Hypérion, et semble réaliser ainsi sensiblement les conditions d'un problème jusqu'alors confiné dans la pure théorie.

C'est à cette occasion que M. Strömgren est conduit à contester la conclusion de Stockwell, conclusion fondée, selon lui, sur une démonstration inexacte, et considère comme plus simple, au point de vue analytique, de chercher directement les conditions de stabilité du triangle équilatéral de Lagrange, en supposant nulle l'une des trois masses, et de chercher si cette masse tend à se placer à un sommet du triangle ou si elle tend à s'en écarter : le problème général est assez complexe, et M. Strömgren trouve que la tendance à occuper le sommet du triangle ne se réalise que dans un cas très particulier, avec une certaine solution asymptotique.

Ce sont là d'importantes recherches qui montrent l'importance croissante des nouvelles méthodes de la Mécanique Céleste, le rôle essentiel de la stabilité, et aussi la nécessité de pousser les développements de l'analyse jusqu'à l'obtention de résultats formels se prêtant aux réalisations numériques.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Les accidents d'appareils à vapeur. — D'après une récente étude de M. Walckenaer, ingénieur en chef au corps des Mines[3], la gravité des accidents d'appareils à vapeur décroît en France depuis vingt-cinq ans. Le nombre moyen annuel de personnes mortellement atteintes par ces accidents, qui s'était élevé à 35 pendant la période quinquennale 1881-1885, n'a plus été que de 20 durant l'ensemble des cinq dernières années 1901-1905. Comme le total des appareils à vapeur n'a cessé d'augmenter, passant de 96.000 (moyenne pour 1881-1885) à 147.000 (moyenne pour 1901-1905), il en résulte que le nombre moyen des morts pour 10.000 appareils, et par an, s'est abaissé de 3,7 à 1,4.

Ce n'est pas à dire, fait justement remarquer M. Walckenaer, qu'il faille se tenir pour satisfait. Dans les progrès tendant à la protection de la vie humaine, il n'est pas permis de s'arrêter à mi-chemin. Qu'il soit possible de réduire davantage le risque, c'est ce que montre, entre autres faits, la très grande inégalité de la répartition des accidents entre les diverses industries. C'est ainsi que, durant les dix dernières années 1896-1905, les locomobiles employées au battage des grains ont causé 24 morts, les locomotives des chemins de fer et tramways, 5 seulement. Or, il y avait environ 17.000 machines batteuses, développant 100.000 chevaux, et 12.000 locomotives ayant une puissance de 5.500.000 chevaux.

C'est surtout à la différence des conditions d'entretien et de la conduite qu'il y a lieu de rapporter cette inégalité des risques, fait observer M. Walckenaer. Ne pouvons-nous pas dire encore que, dans la grande industrie, les précautions sont mieux prises que dans la petite, l'industrie du battage rentrant dans cette dernière catégorie?

Mais, dans tous les cas, retenons cette conclusion de M. Walckenaer : « D'un point de vue général, l'étude détaillée des accidents d'appareils à vapeur montre que, dans les événements de cette nature, la part de l'inévitable est petite. La sécurité dépend presque tout entière des soins dont les appareils sont l'objet. »

§ 4. — Physique

Un nouvel appareil de démonstration pour les expériences de pression atmosphérique. — Un ingénieur allemand, M. B. Rheinisch, à Görlitz, s'occupe depuis quelque temps de recherches systématiques sur la poussée exercée par l'atmosphère, en vue

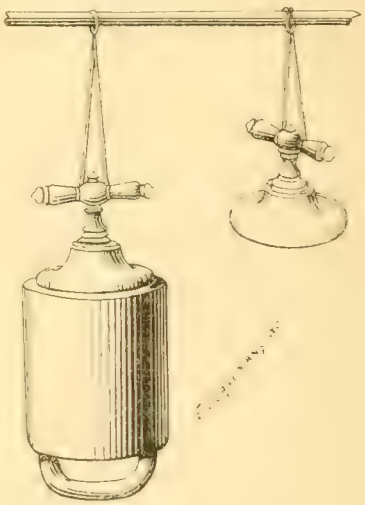


Fig. 1. — *Disques élastiques pour démontrer les effets de la pression atmosphérique.*

d'utiliser cette dernière pour le levage des charges. Il a donné une attention toute spéciale aux poids spécifiques de tous les corps animaux supportés par l'air, tels que les oiseaux, les coléoptères et les papillons, et a constaté des rapports constants entre le volume et le poids, dans chacune de ces trois classes d'animaux.

Tout en nous réservant de revenir plus en détail, dans un prochain article, sur les résultats scientifiques obtenus par l'expérimentateur, nous décrirons d'abord la construction d'un appareil que l'auteur désigne sous le nom de *disques pneumatiques de Görlitz*. Ces disques sont destinés à faciliter les recherches relatives au déplacement de l'air, en même temps qu'ils illustrent la nature et les effets de la force invisible exercée par la pression atmosphérique. Grâce à son extrême simplicité, ce dispositif remplace avantageusement les classiques hémisphères de Magdebourg, construits par Otton de Guéricke.

M. Rheinisch se sert de deux disques élastiques à manette (fig. 1), légèrement creusés d'un côté et qu'on comprime l'un contre l'autre avec un effort moyen. L'air renfermé dans le creux ayant été ainsi chassé, on a produit un vide sensiblement parfait entre les deux parties de l'appareil, sans raréfier l'air au moyen d'une pompe à air.

Les deux moitiés de l'appareil sont séparées par deux

[1] *Astr. Journal*, n° 557; *Bull. astron.*, t. XXI, p. 439.
[2] *Astronomische Nachrichten*, n° 4015.
[3] *Bulletin trimestriel de la Société de l'Industrie minérale*, 4e série, tome V, IVe livraison, 1906.

hommes dont chacun saisit une manette et qui exercent le maximum de leur force. Lorsque les disques sont comprimés contre une surface lisse et homogène, l'on peut, sans rupture, charger chacun d'un poids de 50 kilogs, représenté par un effort exercé verticalement sur cette surface, que la charge soit appliquée de haut en bas, de bas en haut ou en direction latérale. Deux disques élastiques appliqués, par exemple, contre la surface vernie du chambranle d'une porte, peuvent être, sans décollement, chargés d'un homme exerçant sur chaque manette un effort de 45 à 50 kilogs, tandis qu'un enfant charge de son poids une seule manette à disque.

L'expérimentateur se sert encore de blocs en marbre polis d'un côté, d'un poids de 10 à 30 kilogs. Dans le cas des blocs les plus lourds, il est impossible de les soulever sans se servir des disques pneumatiques, tandis que (grâce surtout à la position plus convenable de l'expérimentateur) le levage est facilité dans une mesure notable par l'usage de ces disques.

On croit que les disques en question seront employés avantageusement à la place des appareils de gymnastique ordinaires, grâce à la facilité avec laquelle ils se fixent au plafond ou au chambranle d'une porte sans y laisser de traces, tout en supportant parfaitement le poids d'un homme. Le Musée allemand des chefs-d'œuvre de la science et de l'industrie, inauguré récemment à Munich, expose ces disques à côté des hémisphères classiques. Bien des écoles ont adopté, pour la démonstration des effets de la pression atmosphérique, ce simple dispositif qui se passe de toute pompe à air.

§ 5. — Electricité industrielle

La traction électrique sur les chemins de fer. — La question de la traction électrique sur les chemins de fer vient d'être l'objet, à la *Société internationale des Electriciens*, d'un remarquable Rapport de M. de Valbreuze, présenté au nom d'un Comité de cette Société et publié dans son *Bulletin* de janvier. Nous sommes heureux d'en reproduire les conclusions, qui constituent une mise au point excellente de ce sujet très vaste et très complexe, en pleine actualité.

La traction électrique présente, sur la traction à vapeur, certains avantages importants. Ces avantages se manifestent par l'accroissement considérable de trafic constaté sur les lignes électrifiées. On pourrait citer de nombreux exemples de cet accroissement : sur le chemin de fer de Manhattan, à New-York, le trafic a augmenté de 50 % dans la première année et les frais d'exploitation sont tombés de 55,79 à 40,2 % des recettes brutes. Sur la ligne Milan-Gallarate-Varèse, l'accroissement de trafic a été de 170 % en trois ans. Ce résultat provient surtout de ce que l'emploi de *la traction électrique permet une méthode rationnelle d'exploitation*, avec des convois fréquents et relativement légers; les trains sont plus rapides et plus confortables qu'avec la traction à vapeur.

Au point de vue des dépenses de charbon, qui d'ailleurs constituent à peine, en général, 20 % des dépenses totales d'exploitation d'une compagnie de chemins de fer, il est facile de voir que, malgré les multiples transformations de l'énergie, on arrive à peu près aux mêmes chiffres avec la traction électrique qu'avec la traction à vapeur; en effet, le rendement total des locomotives est certainement inférieur à celui des machines fixes; d'autre part, la mise en pression ou le maintien des feux des locomotives consomme, en pure perte, une quantité importante de combustible. Les conditions sont évidemment tout à fait favorables à la traction électrique lorsqu'on dispose d'énergie hydraulique sous forme de chutes d'eau.

Au point de vue de la vitesse, il ne faut pas s'attendre à voir réaliser avec la traction électrique des vitesses maxima supérieures à celles qu'atteignent les locomotives à vapeur; mais, par suite de la valeur très élevée de l'accélération que l'on peut obtenir avec les trains électriques, les démarrages sont très rapides et la vitesse moyenne diffère peu de la vitesse maxima.

Au point de vue de la sécurité d'exploitation, il est évident que la locomotive à vapeur, actuellement très perfectionnée, présente très peu de chances d'avaries imprévues : par des revisions suffisamment fréquentes, on peut obtenir le même résultat avec des machines électriques.

En ce qui concerne la sécurité des trains en marche, la traction électrique se prête facilement à l'emploi de dispositifs capables d'empêcher les accidents; par exemple, on peut couper le courant sur certaines sections de voie.

En ce qui concerne les abords de la voie, on peut signaler l'avantage que présente l'absence de toute escarbille susceptible de mettre le feu aux herbes et aux bois avoisinants[1].

Ceci dit, il y a lieu de faire une rapide étude comparative des différents systèmes de traction électrique, dont le principe et les applications ont été développés précédemment. Pour être complète, cette étude comparative doit porter :

1° Sur les frais d'équipement de la voie et du matériel roulant;

2° Sur les dépenses d'exploitation, non compris les dépenses d'énergie électrique;

3° Sur le rendement de chaque système, dont dépendent les dépenses d'énergie électrique;

4° Sur les propriétés particulières de chaque système.

Laissons de côté les frais d'établissement de l'usine centrale génératrice, qui sont à peu près les mêmes pour les différents systèmes de traction. Cependant, signalons que, dans le cas du monophasé, si l'on emploie des alternateurs monophasés, l'usine coûtera plus cher qu'une usine à courants triphasés. Comme on le sait, il est d'ailleurs facile, dans les installations monophasées, de produire des courants triphasés dont chaque phase alimente une section de ligne.

1° *Frais d'équipement de la ligne et du matériel roulant.* — Le *système à courant continu* à 600 volts, avec production de l'énergie électrique sous forme de courants polyphasés dans une usine centrale et conversion de ces courants dans des sous-stations qui alimentent la ligne, conduit à des frais d'installation extrêmement élevés. L'équipement du matériel roulant n'est pas très coûteux.

Avec le *système triphasé*, les frais d'installation de la ligne sont beaucoup moins importants que dans le cas précédent. L'équipement du matériel roulant n'est pas très coûteux. Au total, les frais d'équipement de la ligne et du matériel roulant sont environ de 40 à 45 % inférieurs aux frais d'équipement relatifs au cas du courant continu à 600 volts.

Avec le *système monophasé*, les frais d'installation de la ligne sont légèrement inférieurs aux précédents, c'est-à-dire sont considérablement inférieurs à ceux du système à courant continu. Par contre, l'équipement du matériel roulant est beaucoup plus coûteux que l'équipement correspondant au courant continu. Au total, il semble que les frais d'équipement de la ligne et du matériel roulant soient inférieurs d'environ 10 à 15 % à ceux du système continu.

Enfin, avec le *système à courant continu à haute tension*, il semble que les frais totaux soient inférieurs à ceux du système monophasé, s'il s'agit d'une ligne dont la longueur ne dépasse pas une trentaine de kilomètres au maximum.

2° *Dépenses d'exploitation, non compris les dépenses d'énergie électrique.* — Evidemment, le *système continu* à 600 volts conduit à des dépenses d'exploitation

[1] En Amérique, les Compagnies de chemins de fer employant des locomotives à vapeur sont obligées de payer de très grosses primes d'assurance pour le danger d'incendie.

très élevées, à cause de la surveillance et de l'entretien des sous-stations. En ce qui concerne le matériel roulant, la présence de collecteurs exige des revisions fréquentes et conduit à un entretien relativement élevé.

Avec le *système triphasé*, la surveillance et l'entretien de la ligne entraînent à de faibles dépenses. Les moteurs triphasés étant les machines électriques les plus robustes, et n'ayant pas de collecteur, l'entretien du matériel roulant est très peu coûteux.

Avec le *système monophasé*, l'entretien de la ligne est encore plus faible qu'avec le système triphasé; par contre, l'entretien du matériel roulant avec moteurs à collecteur, transformateurs et organes à haute tension, est encore plus élevé que celui du matériel à courant continu.

Pour le *système continu à haute tension*, les dépenses doivent être à peu près du même ordre que pour le système monophasé.

3° *Rendement.* — Les nombreuses transformations de l'énergie, dans le *système continu* à 600 volts, abaissent forcément le rendement. Par contre, les moteurs à courant continu présentent un rendement supérieur [1] à celui des autres moteurs et sont les plus économiques au point de vue des pertes au démarrage.

Dans le *système triphasé*, le rendement de la ligne est bon. Avec de faibles entrefers, le rendement des moteurs est bon, sauf pour le groupement en cascade. Au total, le rendement de l'ensemble [2] est supérieur au rendement du système continu à 600 volts; le rendement total se trouve encore amélioré par la récupération.

Dans le *système monophasé*, le rendement de la ligne est aussi bon que dans le cas précédent. Par contre, le rendement des moteurs est beaucoup moins bon sur courant monophasé que sur courant continu; aux basses charges, il est très mauvais, ainsi que le facteur de puissance.

Une même automotrice, essayée sur la ligne de Shenectady à Ballston, a présenté une consommation de 63,5 watts-heure sur courant continu et de 78,1 watts-heure sur courant monophasé, soit 23 °/₀ en plus. La consommation par tonne-kilomètre constatée sur les automotrices de la ligne de Nieder-Schöneweide à Spindlersfeld s'est élevée à 45 watts-heure, pour une distance de 985 mètres entre les stations. Dans un projet établi par Ganz et Cie pour des conditions de trajet à peu près analogues et une distance de 907 mètres entre les stations, on est arrivé au chiffre de 31 watts-heure par tonne-kilomètre, chiffre que les constructeurs étaient prêts à garantir. On voit que la différence de consommation atteint 45 °/₀ en faveur du système triphasé par rapport au monophasé.

Au total, malgré le rendement inférieur du matériel roulant, il est probable que le système monophasé présente un rendement d'ensemble un peu meilleur que celui du système continu à 600 volts.

En ce qui concerne le *système continu à haute tension*, tel qu'il a été appliqué jusqu'à présent, il présente incontestablement un très bon rendement; mais, pour que la comparaison fût juste, il faudrait pouvoir raisonner sur une ligne d'une certaine longueur qui, forcément, devrait comprendre des sous-stations.

4° *Propriétés particulières de chaque système.* — D'après tout ce qui précède, on voit nettement qu'il est impossible de dire d'une façon absolue qu'un système est supérieur aux autres. Chacun d'eux présente des propriétés particulières qui le rendent précieux dans tel ou tel cas particulier. Comme le disait un jour M. Sprague, tout se ramène à une question de francs et de centimes, et le meilleur arbitre de la valeur d'un système est le dividende distribué aux actionnaires. On peut néanmoins citer quelques cas particuliers où l'un des systèmes semble s'appliquer mieux que les autres.

[1] A égalité d'entrefer bien entendu, vis-à-vis du triphasé.
[2] C'est-à-dire le rendement compté depuis les barres générales de l'usine génératrice jusqu'aux roues motrices.

Quand les arrêts doivent être très fréquents, il faut un grand couple de démarrage pour obtenir une bonne vitesse moyenne. Le couple de démarrage des moteurs série à courant continu étant très élevé, on est conduit à employer le système continu. Pour que l'exploitation soit rémunératrice, il faut que le trafic soit intense. Si ce n'est pas le cas, on est conduit à adopter le système monophasé.

Pour un service de montagne, par exemple, où la récupération joue un rôle important et où il n'y a généralement pas un trafic considérable, on aura avantage à recourir au système triphasé. Il est juste d'ajouter que les nouveaux moteurs monophasés à caractéristique shunt, c'est-à-dire à vitesse de rotation à peu près constante, s'appliqueraient à ce cas; mais ils n'ont encore jamais fait l'objet d'un emploi pratique en traction, et le rendement serait moins bon qu'avec le système triphasé.

Pour la remorque de trains lourds sur une ligne de trafic restreint, le système triphasé pourra souvent lutter avec avantage contre le système monophasé. En effet, il permet l'emploi de moteurs extrêmement robustes, de grande puissance, ne nécessitant que très peu d'entretien, et il présente dans son ensemble un très bon rendement.

Quant au système monophasé, il s'applique admirablement à toutes les lignes où le trafic n'est pas très intense et où les frais d'installation et d'exploitation doivent être bas. Telles sont les jonctions interurbaines, les chemins de fer secondaires ou vicinaux, etc. Son emploi peut rendre d'immenses services et transformer les conditions d'existence dans un grand nombre de contrées en créant des moyens de communication commodes, fréquents et rapides. On a déjà signalé l'avantage considérable que présente la possibilité de raccorder ces lignes aux réseaux urbains. Même pour l'exploitation de lignes importantes, le système monophasé pourra être fréquemment employé.

En somme, c'est à lui que semble réservé le plus vaste champ d'applications et, quoique d'origine toute récente, il a déjà rendu de grands services. Il est juste d'ajouter que, précisément à cause de cette origine récente, il n'a certainement pas encore dit son dernier mot et est susceptible de perfectionnements qui en feront un système de traction tout à fait remarquable.

§ 6. — Chimie industrielle

La pasteurisation du vinaigre de vin. — La conservation du vinaigre de vin laisse encore à l'heure actuelle de nombreux industriels dans une grande perplexité. Depuis quelques années, la mévente des vins a conduit certains d'entre eux à essayer de transformer le vin en vinaigre; mais ils ont dû bientôt abandonner cette industrie, car leur vinaigre se conservait mal ou ne se conservait pas du tout, même après pasteurisation.

J'ai eu l'occasion d'examiner récemment un vinaigre pasteurisé qui déposait et continuait à se décomposer; l'analyse de ce vinaigre donnait les chiffres suivants pour 1 litre :

Densité	1,010
Extrait sec dans le vide . . .	1[illegible]
Bitartrate de potasse. . .	2,[illegible]
Acidité totale en SO^4H^2	[illegible]

Ce vinaigre, qui, au dire du fabricant, avait titré près de 80 grammes d'acidité totale en acide acétique, était évidemment en pleine décomposition, provenant soit d'une pasteurisation incomplète, soit d'une pasteurisation faite dans de mauvaises conditions. J'ai donc recommencé moi-même l'opération sur le produit.

Le mode opératoire le plus certain et le plus parfait est, à coup sûr, la pasteurisation en bouteille, car le vinaigre, par dilatation, vient lui-même stériliser le bouchon. J'ai pratiqué cette expérience dans les conditions suivantes : 10 litres de ce vinaigre ont été rendus

excessivement limpides par filtration ordinaire; puis, le liquide a été introduit dans les bouteilles et laissé quelques jours en repos, de façon que l'air dissous pendant cette opération ait le temps de brûler son oxygène. Ensuite, les flacons sont bouchés d'une façon hermétique et solidement ficelés pour que le liège poussé par la dilatation ne vienne pas à s'échapper. Dans ces conditions, le liquide chassera l'air en se dilatant et s'infiltrera entre le verre et le liège, qu'il stérilisera par son propre contact à température suffisante.

Finalement, les bouteilles sont portées au bain-marie, qui est un des meilleurs moyens pour bien pasteuriser.

L'ébullition du bain-marie commencée, on laisse 30 minutes; au bout de ce temps, on arrête l'action pasteurisante. On enlève alors les flacons et les porte dans un endroit frais, afin de les ramener à la température initiale le plus vite possible.

Je ne puis que me louer de cette façon d'opérer, qui ne m'a donné que d'excellents résultats; il serait à désirer qu'elle fût essayée par nos industriels vinaigriers pour leur vinaigre de vin, car l'industrie de ce produit est de plus en plus abandonnée, et l'on reste étonné de voir qu'un pays comme la France, si riche en contrées vinicoles, ne fournisse pas plus de 1/10 de la production totale du vinaigre ayant pour origine le vin.

Emile Leturc.

§ 7. — Zoologie

Les Fourmis de l'Himalaya. — En raison de sa climatologie très spéciale, résultant à la fois de sa situation géographique et de sa topographie générale, le massif himalayen peut sembler, même *a priori*, un excellent terrain pour l'étude des conditions de vie des espèces animales qui l'habitent et de leur répartition. Profitant des matériaux recueillis par les membres des dernières expéditions, M. le Dr Aug. Forel, bien connu par ses nombreux et importants travaux myrmécologiques, a pu faire cette étude pour la faune des fourmis de la région vraiment alpine de l'Himalaya[1].

Cette faune est un mélange de formes: *indomalaises*, de l'Inde surtout, mais aussi de la Birmanie ou de Ceylan; *paléarctiques*, qui habitent en général l'Himalaya occidental, mais se retrouvent aussi en Europe, jusque dans les Alpes, et enfin *locales* ou *himalayennes*. Dans l'état actuel des connaissances, elle comprend un peu plus d'une centaine de formes, abstraction faite des variétés peu importantes, sauf quand elles sont d'une autre faune que l'espèce typique, et se répartissant ainsi :

Faune himalayenne.	54 formes.
Faune indomalaise.	51 —
Faune paléarctique.	10 —

Il est souvent très difficile, quelquefois même impossible, de reconnaître avec certitude les affinités phylogéniques des formes himalayennes selon leur dérivation. Toutefois, M. Forel estime qu'en général, les genres *Myrmica*, *Stenamma* (*Messor*), *Leptothorax* et même *Lasius* fournissent surtout des dérivés de la faune paléarctique, alors que les genres *Polyrhachis*, *Cremastogaster*, *Monomorium*, *Stenamma* (*Aphaenogaster*), *Prenolepis*, donnent ceux de la faune indomalaise. Quant au genre *Camponotus*, il semble avoir les dérivés des deux groupes, mais surtout paléarctiques.

Jusqu'à 2.800-3.000 mètres, l'altitude influence peu la répartition quantitative des espèces de fourmis : la faune de 2.000-2.500 mètres est presque aussi riche que celle de 1.000-2.000 mètres. Par contre, on ne connaît que quatre formes récoltées à la hauteur de 3.600 mètres : le *Myrmica Smythiesi* Forel, le *Camponotus Wroughtoni* Forel, le *Myrmica Pachei* Forel et le *Stenamma* (*Aphaenogaster*) *Sagei* Forel, var. *Pachei* Forel. Ces deux dernières ont été recueillies par l'infortuné lieutenant Al. Pache, tué par une avalanche, en septembre 1905, au retour de l'expédition Jacot-Guillarmot.

La limite des neiges éternelles étant plus élevée de 2.000 mètres dans l'Himalaya que sur les Alpes, il est fort probable que l'altitude de 3.600 mètres ne représente pas la démarcation supérieure de l'aire de répartition de la faune myrmécologique et qu'on pourra en trouver des représentants jusque vers 4.000 mètres.

Mais le fait le plus intéressant, et qui domine tout ici, c'est l'abondance et la variation des formes *locales*, *himalayennes*, 46, 9 %. Rien de semblable ne se produit dans les autres massifs montagneux connus, tels que les Andes, les Montagnes Rocheuses et même les Alpes. Pour ces dernières, M. Forel a reconnu que leur faune myrmécologique n'est représentée par aucune espèce exclusivement locale, sauf peut-être une race, la *Myrmica lobicornis* Nyl. Il y a donc bien une véritable exception en faveur des montagnes de l'Himalaya et de la Birmanie, plus riches encore.

Il est bien évident que ces faits trouvent leur explication dans les conditions climatologiques. Le froid joue un rôle restrictif bien connu, et le contraste est incontestablement plus grand entre le climat de l'Inde et le climat de l'Himalaya qu'entre celui de l'Europe moyenne et celui des Alpes. Toutefois, il ne faudrait pas laisser absolument de côté le facteur biologique, *la plasticité de variabilité des formes en voie d'adaptation.*

Ernest Fleury.

§ 8. — Sciences médicales

La lutte contre la maladie du sommeil. — M. Fourneau, commissaire général par intérim du Congo français, vient d'envoyer aux lieutenants-gouverneurs du Gabon, du Moyen-Congo et de l'Oubangui-Chari-Tchad des instructions et un questionnaire relatifs à la maladie du sommeil.

« Devant la marche envahissante de la maladie du sommeil, frappant aussi bien les Européens que les indigènes, dit cette circulaire, et afin de pouvoir prendre les mesures prophylactiques nécessaires, il est du plus grand intérêt de savoir immédiatement quelle est la distribution géographique de cette maladie au Congo français et de connaître les régions atteintes comme les localités indemnes. »

Voici quelques-unes des questions posées :

D'où la maladie du sommeil serait-elle venue? Quelles indications possédez-vous sur son mode d'introduction?

Actuellement fait-elle des progrès ou est-elle en régression? S'est-elle présentée sous forme de mouvements épidémiques séparés par des périodes pendant lesquelles les cas ont été nuls ou rares?

Y a-t-il dans le village des points plus particulièrement contaminés? Leur situation par rapport au cours d'eau voisin? Joindre un petit plan du village.

Avez-vous remarqué chez les malades des symptômes spéciaux (engorgement des ganglions)?

Comment les indigènes appellent-ils la maladie? Quelle en est, selon eux, la cause? Comment la soignent-ils? Rapportent-ils des cas de guérison spontanée, des cas de rechutes? Ont-ils un moyen de reconnaître la maladie tout à fait à ses débuts?

Y a-t-il des troupeaux dans la région? Y a-t-il des maladies sévissant sur les animaux domestiques? Quel est le genre de gibier sauvage des environs?

Y a-t-il des mouches piqueuses?

La circulaire indique les moyens de capturer et de conserver les mouches piqueuses qui transmettent à l'homme le trypanosome. Elle recommande de ne jamais se laisser arrêter par la crainte d'envoyer des échantillons vulgaires et sans intérêt.

[1] *Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*, t. XLII, p. 70 (1906), Lausanne.

§ 9. — Enseignement

Le Conseil de l'Université de Paris. — Les pouvoirs du précédent Conseil étant expirés, des élections viennent d'avoir lieu dans les diverses Facultés et Ecoles. A la suite de ces élections, le Conseil est composé comme il suit, pour une durée de quatre ans :

M. Liard, vice-recteur, président; MM. les doyens Lyon-Caen, Debove, Appell, Croiset; M. Lavisse, directeur de l'Ecole Normale Supérieure; M. Guignard, directeur de l'Ecole supérieure de Pharmacie; MM. Renault et Cauwès, délégués de la Faculté de Droit; Dieulafoy et Landouzy, délégués de la Faculté de Médecine; Lippmann et Gaston Bonnier, délégués de la Faculté des Sciences; Boutroux et Bouché-Leclercq, délégués de la Faculté des Lettres; Bouchardat et Gautier, délégués de l'Ecole supérieure de Pharmacie.

Le Conseil a élu, pour 1907, comme président M. Alfred Croiset, doyen de la Faculté des Lettres, et comme secrétaire M. Lyon-Caen, doyen de la Faculté de Droit.

M. Liard a informé le Conseil que l'Université de Londres avait accepté l'invitation de l'Université de Paris pour les fêtes de la Pentecôte.

Enfin, le Conseil a décidé de se faire représenter par MM. Gaston Bonnier et Flahault au deuxième centenaire de Linné à Upsal. Le reste de la séance a été consacré à une lecture de M. Lavisse sur la vie de l'Ecole Normale pendant la dernière année scolaire.

Le Prix Saintour au Collège de France. — L'assemblée des professeurs du Collège de France vient de ratifier les choix faits par la section des Sciences pour le Prix Saintour.

Mlle Chevroton reçoit 2.000 francs. Elle travaille au laboratoire de M. François-Franck, où elle est chargée des travaux photographiques.

Mlle Loyez, docteur ès sciences, professeur dans les Ecoles primaires supérieures de la Ville de Paris, reçoit 1.000 francs. Mlle Loyez travaille dans le laboratoire de M. Henneguy et elle y a préparé sa thèse de doctorat.

Laboratoire maritime de Wimereux. — Le Doyen de la Faculté des Sciences de Paris est autorisé à accepter, au nom de la dite Faculté, la donation faite par M. Lonquéty : 1° d'un terrain sis à Wimereux; 2° des collections zoologiques et botaniques réunies par M. Bétencourt; 3° d'une somme principale de 10.000 francs, devant servir à la construction d'un bâtiment annexe du Laboratoire de Wimereux, affecté aux dites collections.

Université de Lausanne. — M. Arthus, professeur à l'Ecole de Médecine de Marseille, ancien professeur à l'Université de Fribourg, succède à Herzen dans la chaire de Physiologie de l'Université de Lausanne. Ce choix fait honneur à la fois au savant physiologiste et à la science française, car M. Arthus a fait ses études à l'Université de Paris et a travaillé pendant de nombreuses années au Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

Bureau des Longitudes. — Sont nommés pour l'année 1907 :

Président : M. le Vice-amiral Fournier;
Vice-Président : M. Darboux ;
Secrétaire : M. Bigourdan.

§ 10. — Sciences diverses

Les bases psychologiques de la publicité. — En vue d'obtenir de nouveaux débouchés, l'organisation commerciale comporte une publicité qui est devenue de plus en plus indispensable et coûteuse. A ce service, on consacre annuellement, aux Etats-Unis, une somme qui n'est pas évaluée à moins de 600 millions de dollars. Des spécialistes soutiennent que les trois quarts de ces dépenses sont faites inutilement. C'est qu'en réalité il y a une science des annonces qui repose sur les résultats déjà acquis dans les laboratoires de Psychologie expérimentale.

D'excellents ouvrages ont été publiés sur cette matière aux Etats-Unis. Nous citerons particulièrement celui de W. Dill Scott : *Theory of Advertising* et celui de MM. Calkins et Holden : *Modern Advertising*. Chicago possède deux écoles spéciales, créées pour former les jeunes gens à la profession d'*advertiser*, soit comme rédacteurs d'annonces, soit comme directeurs des services de publicité.

D'une façon générale, la publicité doit être adaptée à l'état intellectuel des habitants, à la concentration de la population dans les grandes villes, ou à sa dispersion dans le pays, à la circulation plus ou moins active des journaux et des revues. Le but de toute annonce est d'attirer l'*attention;* mais notre pouvoir d'attention a des limites. C'est d'abord le nombre et la nature des objets. Un observateur ordinaire, dans des conditions favorables, peut suivre visuellement un maximum de quatre objets à la fois. L'attention est encore dispersée par les attractions contraires, mais elle se fixe proportionnellement à l'intensité de la sensation éveillée. Certaines couleurs attirent plus que d'autres. Le rouge vient au premier rang, puis c'est le vert et le noir. Le noir sur fond blanc produit plus d'effet que le blanc sur fond noir. En ce qui concerne les différentes grandeurs de caractères, on peut dire que le pouvoir d'attention leur est sensiblement proportionnel. Les objets qui tombent dans le rayon visuel produisent une plus forte impression sur l'œil que ceux qui sont en dehors de ce rayon. C'est pourquoi les annonces de la page de droite, qui tombent directement sous les yeux en feuilletant une revue, ont plus de chance d'attirer l'attention. Le contraste que peut présenter un objet avec ceux qui l'entourent — écriture renversée, par exemple, — contribue à le faire ressortir. Tel est aussi le cas de la juxtaposition du rouge et du vert. La facilité de compréhension, l'originalité du texte, l'intensité du sentiment suscité exercent une influence favorable. L'annonce idéale est celle qui éveille les émotions et la sensibilité du lecteur, qui flatte son sentiment esthétique par la combinaison harmonieuse de la couleur et de la forme, ou encore qui attire sa curiosité en l'amusant. Aussi, l'affiche artistique est-elle une des meilleures formes de la publicité.

Bien des problèmes psychologiques restent encore à résoudre, dont l'application au domaine qui nous occupe serait des plus utiles. M. W. Dill Scott signale en particulier les suivants : Quel est le plus petit espace qu'on puisse employer pour une annonce bien lisible? Quelle grandeur et quel genre de caractères sont préférables? Une petite annonce paraissant cent fois a-t-elle autant d'effet qu'une autre dix fois plus grande paraissant seulement dix fois l'année? Quelle est la valeur comparée d'attention du pathétique, de l'humouristique, du plaisant, du déplaisant?

Toute annonce doit mentionner la marque de fabrique et le nom du produit. Or, la condition nécessaire que l'annonce attire l'attention ne se trouve point suffisante; il faut, en outre, que dans l'esprit de l'acheteur s'établisse automatiquement une *association d'idées* entre les deux mentions, qui devront être toujours réunies, et l'association sera d'autant plus forte que l'enchaînement des deux objets sera plus logique, plus clair et plus vif, que le souvenir en sera plus habituel et plus récent. D'où la nécessité de continuer la répétition, de manière à augmenter la force de l'habitude, et de ne jamais cesser la publicité pour conserver le bénéfice des premiers résultats. Le développement considérable et toujours croissant de l'industrie suisse du chocolat est dû, en grande partie, à une large publicité, très intelligemment comprise.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

SANTÉ PUBLIQUE ET PARIS DE DEMAIN[1]

La santé publique vient en tête. Elle porte l'intelligence vers les progrès intéressant directement les collectivités humaines. Et le grand phénomène de démocratie contemporaine, auquel nos générations assistent, veut que l'hygiène et la salubrité soient assurées partout sans distinction.

Quant à Paris de demain, il implique une étude des exigences inhérentes aux agglomérations modernes, comme il conduit à l'examen des conditions que leur développement impose aux esprits prévoyants des nécessités à venir.

La science, toujours en marche, doit donc entraîner les esprits, qui, jusqu'à présent, apparaissaient — relativement — comme un peu trop attardés aux solutions passées. Aujourd'hui, il n'y a plus rien qui n'engage la conception d'idéal ou d'hypothèse, d'accord avec les caractéristiques de besoins nouveaux que les hommes et les sociétés s'apprêtent à manifester. Et il doit en être ainsi, à moins de renoncer à suivre le cours naturel des choses et — nous ajouterons — du temps. Car les évolutions témoignent d'une rapidité telle que la pensée en vient à relier directement hier à demain, le jour que nous vivons marquant une réelle tendance à se confondre avec le passé, tant il est absorbé en préparatifs voulus par des prévisions d'avenir.

I

La *santé publique* comprend la généralité des éléments intéressant les santés individuelles dont les sociétés se composent. Contrairement à la *clinique*, ne s'attachant à rien en dehors du traitement au lit des malades et d'une continuité d'observations absorbantes pour les pensées médicales, la santé publique résume, par la diversité de ses activités, une part importante de *prophylaxie* et de *diététique* — surveillance et régime — en tant que conservation de la santé ou assurance des conditions qui lui soient favorables.

Les maladies développent des volontés, poursuivies avec énergie, de la part des médecins, et elles ont toutes des causes, que les compétences ont classées et qualifiées de : *mécaniques*, *physiques*, *chimiques*, *animées*.

S'il y a là une influence manifeste en fait de *santé privée*, il semble qu'elle ne s'accuse pas moins effectivement quand il s'agit de *santé publique*.

En y réfléchissant, que voit-on donc?

Les dangers que les *agents mécaniques* représentent, avec les chocs ou les blessures, deviennent en partie l'objet des règlements de police protecteurs de cette santé publique.

Comme *agents physiques*, la pression barométrique, la chaleur, la lumière exercent une influence physiologique sur les êtres agglomérés, sur l'aménagement et la salubrité de leur habitation.

Eu égard aux *agents chimiques*, il en est encore de même. Et, pour s'en convaincre, il suffit de reporter la pensée aux poisons volatils d'une atmosphère viciée par le séjour d'un grand nombre de personnes réunies dans une localité enfermée, ou encore aux intoxications professionnelles.

Quant aux *agents animés*, avec leurs subdivisions en *parasites* et *en agents infectieux*, ils constituent, pour la santé publique, un fond sur lequel toutes les recherches devront porter leurs activités caractéristiques et d'efficacité rigoureuse.

On ne peut oublier, à ce propos, qu'on sera forcé d'attribuer désormais une étiologie infectieuse à toutes les maladies. Si, parmi elles, il s'en rencontre encore dont l'agent pathogène reste inconnu, leur nombre est restreint. Et l'on pourrait presque dire qu'il n'y a plus aucune maladie infectieuse qui n'ait son microbe spécial. Or, c'est dans l'*eau*, sur le *sol* ou dans l'*air*, que les microbes se trouvent. Un aperçu rapide va donner une idée de leur répartition :

Dans l'*eau*, les microbes pullulent en multitude. Quand elles passent à travers le sol, les eaux se dépouillent, en général, de leurs bactéries, ce qui semblerait assurer la stérilité des eaux de source. Cependant, il y aurait erreur dangereuse à s'y fier. Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait, en effet, que les couches pénétrées fussent toujours poreuses. Et il arrive qu'il en soit différemment; dans les terrains calcaires, par exemple, l'élément liquide se crée des circulations, où son cheminement est opéré sans déposer de germes. En conséquence, les eaux de source sont, par ce fait, exposées à l'invasion des bactéries : ainsi est-ce parfois le cas d'eaux captées à grands frais en vue de l'alimentation des citadins.

De plus, les cours d'eau se contaminent dans une proportion considérable à leur passage à travers les habitations agglomérées des villes. Par contre, ils ont pour caractère de s'épurer ensuite par l'agitation du courant à l'air libre qui oxyde les germes. Et il ne faut pas non plus oublier en pareil cas l'influence nocive des rayons du soleil

[1] Sujet de conférence au Conservatoire national des Arts et Métiers, le 27 janvier 1907.

sur les bactéries — conséquemment leur bienfaisance en regard de la santé publique.

Dans le *sol*, il y a des germes dont la végétation bénéficie. Voilà plusieurs années déjà que MM. Müntz et Schloesing ont établi leur action nitrifiante. Mais, à un autre point de vue, il faut se préoccuper des microbes pathogènes qui recouvrent la surface du sol : les bacilles du tétanos, de la gangrène gazeuse, et parfois le bacille de la fièvre typhoïde, de la tuberculose, du charbon, du choléra. Fréquemment il arrive, en outre, que le sol soit souillé par les produits d'êtres malades. Les dangers qu'il fait subir à la santé seraient encore plus effectifs, sans la rapidité avec laquelle les rayons du soleil font périr les microbes de sa superficie. Il n'en est pas de même pour ceux qui, parmi les germes, échappent à l'action lumineuse en s'enfonçant à une certaine profondeur. Mais, d'autre part, au delà de 50 centimètres au-dessous du niveau, les microbes commencent à diminuer en nombre. Et leur disparition s'accuse en descendant, jusqu'à ne plus y en avoir aucun à 4 mètres de profondeur.

L'*air* contient peu de germes infectieux. Il leur est infiniment moins favorable que le *sol* et l'*eau*.

Il y a déjà longtemps que les travaux de M. Miquel ont montré que l'air des égouts de Paris n'est pas sensiblement plus abondant en microbes que celui de la rue de Rivoli. Dans les deux cas, égouts et grande rue, il s'en rencontre un nombre presque équivalent, qui fait opposition aux vieilles maisons, par exemple, où les germes se mesuraient par un chiffre six fois plus grand (36.000 au lieu de 6.000). Et, chaque fois qu'on a fait passer un courant d'air au-dessus d'un liquide contaminé, il n'est jamais arrivé qu'il le chargeât de microbes. Les constatations cliniques démontrent que les transmissions aériennes sont bien plus rares que les transmissions liquides. Elles n'existent pour ainsi dire pas. La tuberculose fait pourtant exception à la règle, par le fait des crachats desséchés dont les éléments, apportés par le vent, peuvent pénétrer dans les organismes au moyen des voies respiratoires.

Voilà pour l'aperçu que le sujet entraînait à propos de l'*eau*, du *sol*, de l'*air*, considérés au point de vue bactérien. On se rend compte de l'importance que prend la question des microbes, alors que toutes les maladies sont en passe d'avoir l'infection pour cause originelle.

Maintenant, généralisons davantage et envisageons l'*eau*, le *sol*, l'*air*, comme facteurs directs et exclusifs de *santé publique*.

Quand on se place à ce point de vue, il faut observer que l'*eau* est exposée à la contamination par toute agglomération d'habitants avec qui son cours la met en rapport direct. Il y a donc des précautions à prendre contre les dangers de pollution que les rassemblements humains lui font courir, et pour conserver la pureté relative de l'eau potable qui a pour *critérium* bactériologique de ne jamais dépasser une centaine d'unités par centimètre cube. Il ne faut pas oublier que l'agent sanitaire en question se présente dans des conditions différentes, suivant qu'il coule à ciel ouvert ou qu'il est en nappes souterraines. Nous avons déjà vu que les eaux de rivière se chargent notablement à leur passage dans les villes. Mais elles ont la propriété de s'épurer ensuite d'elles-mêmes, dans leur trajet à travers les territoires à habitations plus rares. Ainsi la Seine, tellement contaminée par sa traversée dans la capitale, s'assainit assez vite : avant d'arriver à Saint-Germain, ses eaux témoigneraient d'une différence frappante ; c'est au point que, si elles n'étaient pas exposées à d'autres pollutions, on pourrait déjà les considérer comme épurées. Il est bon de noter que l'épuration se fait également dans des réservoirs : récipients renouvelés, où les eaux déposent successivement leurs bactéries jusqu'à en venir au chiffre caractéristique d'une excellente eau potable.

Il arrive encore que, dans les fleuves, la vivacité du courant mélange les microbes avec des parties solides qui les fixent et entraînent parfois leur disparition. L'expérience a été faite avec de l'eau contenant des bactéries, en y mêlant de la craie, de la poudre de charbon, du coke pulvérisé : les résultats sont manifestes, surtout dans le cas du coke, car il aboutit à une stérilisation remarquable. Mais la circonstance veut qu'on rappelle encore l'action du soleil : ses rayons ont toujours une influence accusée sur l'abolition des bactéries, comme des expériences nombreuses en confirmeraient la démonstration.

En ce qui concerne les nappes souterraines, il est à observer que les causes d'épuration agissant d'elles-mêmes disparaissent en la circonstance et seraient bien difficiles à rétablir artificiellement. Il y a là un caractère spécial dont on ne saurait trop se convaincre. Il faut donc s'ingénier à ne point contaminer les eaux profondes. Et, de toute façon, que les eaux soient directement sous le ciel ou qu'elles soient à l'intérieur de la terre, il y a lieu de prendre toutes les précautions pour les protéger contre la pollution occasionnée par les rassemblements humains. Ainsi les puits constituent un danger par trop répété d'impureté souterraine. Leurs eaux sont, en général, atteintes par le fait des services du voisinage, qui deviennent motifs à infection. Alors, non seulement leurs liquides sont contaminés, mais ils transmettent encore les germes malfaisants aux nappes du sous-sol, devenant elles-

mêmes des sources de maladie et de mort, que leur captation pourrait répandre.

En conséquence, il n'y a pas d'agglomération — municipale ou même nationale — qui ne devrait recourir à des mesures réglementaires, en vue de supprimer l'usage des puits et de combler, après désinfection, tous ceux qui existent. Ainsi disparaîtrait une cause d'impureté pour les sources. De même, tout cours d'eau à ciel ouvert devrait-il être protégé contre les évacuations résiduaires de la vie ou de l'industrie. Ce qui conduirait à spécifier que les fleuves ou rivières ne traversassent jamais les habitations agglomérées en quelque abondance, sans être pourvus de collecteurs latéraux, les préservant de toute évacuation et assurant le maintien de leur salubrité. Ces mesures, une fois réalisées, engageraient, en outre, une suite de précautions judicieuses qui suivraient et seraient de nature à conserver la pureté des eaux souterraines comme des eaux courantes à fleur du sol. Alors le grand agent de santé publique déploierait l'action bienfaisante que l'expérience fait désirer et force à réclamer.

Le *sol* est naturellement exposé aux souillures, ayant pour origine des êtres malades — hommes ou animaux. Nous avons déjà vu que les microbes de la superficie sont anéantis par les rayons du soleil, et il est regrettable de constater que leur action ne s'exerce pas au delà d'une petite profondeur.

Les recherches de la science, toujours illimitée dans ses curiosités, ont montré par quelle suite d'incidents les germes dangereux reviennent à la surface, où différents petits organismes s'en font les véhicules, pour les inoculer aux êtres répondant à une organisation plus définie. En suite de quoi, les végétaux risquent d'être souillés et les herbivores exposés à la contamination. Ce que l'on observe là serait à l'appui de l'hypothèse autorisant les transports des microbes par les végétaux. Cette hypothèse a déjà donné lieu à des travaux importants; il serait bien désirable que l'opinion fût précisément fixée à ce sujet. Le cas continue donc à exiger de la prudence; il convient de ne pas arrêter les expériences que l'inquiétude scientifique a suggérées à propos des sols affectés aux épurations. Du reste, il suffit de porter l'attention sur le nombre des méthodes appliquées jusqu'ici et que les scrupules de la science n'ont cessé de suggérer en fait d'épandage, pour se pénétrer de l'importance attachée à la question, si l'on veut se défendre d'erreurs très regrettables par leurs conséquences.

L'*air* ne présente pas les mêmes dangers de transmission, en fait de microbes. Cependant, il n'est pas sans en comprendre une certaine quantité, variable suivant les circonstances, comme en témoignent les études de M. Miquel. Si le nombre constaté se résume par les chiffres de 0,6 en pleine mer, et de 3 unités lorsqu'on atteint une altitude mesurant 2.000 mètres, par contre, les hôpitaux de Paris ont permis d'enregistrer jusqu'à 80.000 germes, toujours par centimètre cube.

Certaines maladies, comme la fièvre typhoïde, sont susceptibles d'être communiquées par l'air; mais le phénomène reste assez rare, en comparaison de la transmission par l'eau. Du reste, c'est en général par contact que la contamination se fait et que la plupart des propagations s'effectuent.

Bien que la poussière de charbon ne soit pas directement cause d'insalubrité pour l'atmosphère des villes, nous sommes cependant conduits à envisager le maintien de l'air à l'état de propreté, condition se rattachant aux apparences que la santé collective entend voir réalisées. L'ordre des choses amène donc à protéger l'atmosphère contre les résidus de la combustion, qui, jusqu'à présent, y étaient naturellement évacués sans qu'on songeât à prendre aucune précaution. Il n'en est plus de même, et pour deux raisons : la première, c'est que les industries prennent un développement qui s'accuse davantage chaque jour; la seconde tient aux scrupules que la santé entretient, à tel point qu'ils s'étendent à la propreté de l'atmosphère. Aussi assiste-t-on, dans des immeubles distincts et occupés par plusieurs locataires, à la volonté de réduire les foyers et de centraliser les appareils de chauffage; ou bien encore, étendant l'opération à un îlot, à tout un quartier d'immeubles, voit-on l'atelier de chauffage se concentrer en un point spécial pour desservir un ensemble entier. Il s'ensuivrait des divisions par quartiers, qui seraient chacun d'eux munis d'usines spéciales de chauffage. Elles produiraient les calories nécessaires aux convenances de température spéciale aux différents genres d'habitations, dans les immeubles ou les édifices que la division comprendrait. Et la conséquence finale serait : d'une part, une augmentation dans le rendement de chaleur, d'autre part, une diminution dans le charbon brûlé pour obtenir le même effet. Alors les fumées tendraient bien effectivement à disparaître, même quand on emploie la houille pour alimenter les usines centrales, comme c'est le cas à l'usine du Métropolitain. Le combustible y est consumé dans des foyers automatiques et la répartition régulière du charbon, en rapport direct avec l'utilité précisément déterminée, aboutit, pour ainsi dire, à une absence totale de fumée.

L'importance des groupements permettrait l'augmentation de rendement et entraînerait conséquemment une diminution notable dans la quantité du charbon brûlé, qui, somme toute, aboutirait toujours à la réduction cherchée des fumées. En

dehors du point de vue économique, il y aurait donc des avantages appréciables, quant à la pureté atmosphérique. Si les résultats de la combustion ne sont pas insalubres par eux-mêmes, comme nous le disions, ils n'ont certainement pas pour caractère de restituer à l'ambiance atmosphérique la santé que le voisinage de la mer ou les stations de montagnes lui réservent et dont ils constituent comme la pierre de touche. Aussi est-on bien certain de ne pas commettre une erreur en évoquant ces conditions-là comme un critérium de santé atmosphérique.

Et d'ailleurs, quand bien même les poussières de fumée ne seraient point insalubres par elles seules, rien ne prouve que, dans les agglomérations importantes comme Londres, Paris, Berlin, l'humidité persistante de l'air ne puisse les coaguler avec des particules matérielles en suspension et constituer de la sorte des éléments nouveaux restant toujours minuscules, mais dont les surfaces visqueuses favoriseraient, le cas échéant, la fixation et la transmission des germes. Je crois bien me rappeler que ce serait là un phénomène sinon observé, du moins entrevu hypothétiquement comme étant à redouter, par les temps de brouillard intense, que les journées d'hiver fournissent l'occasion répétée de constater à Londres. Ces brouillards permettent de concevoir des confinements pouvant être déterminés dans les zones aériennes et donnant un caractère particulier à l'ambiance comme à l'horizon humains. Pour terminer avec ce détail, déjà développé un peu longuement par rapport au sujet général et sans vouloir contredire cette extension, on ne saurait passer sous silence l'emploi progressif du gaz pauvre dans la création de force motrice. Le coke, y remplaçant la houille, confirme toujours la même tendance à supprimer les fumées.

II

C'est par les conceptions d'ensemble qu'il est du devoir d'hommes compétents d'envisager et d'aborder en toute plénitude les solutions présentant un intérêt social, comme c'est le cas ici. Elles reposent toutes sur une multitude d'éléments subordonnant la mutualité de leurs points de vue au bien que la science fait entrevoir ou permet de supputer. Il y a là une condition inhérente au service des collectivités, dont on n'a plus aucun droit de se désintéresser. Forcément alors l'homme est soustrait à l'étroitesse d'égoïsmes, pour s'élever à la générosité de puissances bienfaisantes à l'égard de la collectivité. Et c'est une preuve irrécusable d'utilité pour ses actes.

La portée de la santé publique se mesure à ce fait qu'elle concerne tout le monde, sans distinction aucune dans les degrés que les hasards de la fortune auraient favorisés. Il y a là une solidarité bien caractéristique du temps où nous sommes appelés à développer notre action sociale. Mais rien autre que les ensembles envisagés en conscience n'ouvrirait le champ aux applications ordonnées par de semblables services.

La santé publique borne en grande partie ses activités à préserver les éléments matériels, sur lesquels repose la vie, de toute cause d'insalubrité que la science ou l'expérience permettent d'entrevoir ou de concevoir. Ainsi l'*eau*, le *sol*, l'*atmosphère* doivent-ils être protégés autant que possible de toute pollution. C'est le signe distinctif de la santé publique, envisagée par rapport aux trois facteurs connus.

Il est incontestable que le rapprochement des êtres vivants suffit à créer l'insalubrité de l'ambiance atmosphérique, de même que le sol et l'eau s'en ressentent également quant à leur santé. Une organisation de plus en plus méthodique des services publics s'appliquera désormais à créer des défenses scrupuleuses, partout où la vie et l'habitation humaines risqueraient de compromettre cette santé.

Il est dans l'ordre des choses souhaitables que ces préoccupations s'imposent et se généralisent à l'ensemble du territoire. Nos sociétés comprennent des corps importants qui seraient tout préparés à remplir comme à rendre pareil service. Nouveaux chapitres à ouvrir, et destinés à faire partie des activités nationales, auxquelles, notamment en France, les agents des Ponts et Chaussées, des Mines, des Eaux et Forêts et d'autres feraient facilement face, s'ils étaient à même de montrer en l'espèce un intérêt répondant à leur compétence. Il y aurait là toute une organisation nouvelle à développer, mais que la loi du 15 février 1902-7 avril 1903, en admettant l'application rigoureuse de son esprit, fait prévoir simultanément à une infinité d'autres solutions qui seraient toutes à l'avantage de la santé publique. Et il est désirable que le délai ne soit pas long, pour que l'on puisse avant peu bénéficier de semblables réformes. Il est évident qu'elles resteraient toujours en rapport avec les possibilités financières. Mais ce serait là, bien entendu, une considération indépendante et n'empêchant jamais aucune étude sanitaire d'être poussée en conscience et appliquée, sans tarder, à toutes les faces que la question pourrait présenter. Alors serait-on sûr que les réalisations reposassent toujours sur des initiatives compétentes, qui, elles du moins, ne feraient pas attendre leur manifestation, afin d'éclairer dès maintenant la situation. Il convient, en effet, d'aborder l'étude immédiate

des solutions, d'en arrêter les projets conformes aux vues que la science commande et aux desiderata que l'intérêt public peut susciter. Sans cela, il y aurait grande chance de compromettre l'avenir, que les travaux et les connaissances de l'époque permettent d'entrevoir si clairement.

Les idées, émises dans ce début, ont-elles suffisamment repéré les opérations intellectuelles que soulèverait l'entretien de la santé publique? Tout au moins voudrais-je être convaincu qu'on y puisse trouver une orientation pour les doctrines appelées à diriger les autorités administratives dans l'aménagement des villes et dans leur développement. C'est là précisément tout ce dont nous aurons à assurer les applications spéciales dans *Paris de demain*, qui, par un aperçu des exigences sanitaires qu'il serait appelé à réaliser, bouclera les propositions avancées ici.

III

Paris de demain est bien une étude qui demande à être entreprise à l'heure actuelle. Elle rentre essentiellement dans le cadre des projets à engager sans délai, à pousser avec une volonté nette et à mettre au point, indépendamment de toute pensée, de toute préoccupation relatives aux moyens d'exécution. Car ceux-ci permettront des résultats d'autant meilleurs qu'elles auront été mieux repérées, plus méditées au préalable. Il convenait de déterminer tout d'abord et d'une façon explicite les exigences de santé que *Paris de demain* peut ou devra comporter. Il y aurait nécessité à ce qu'il en fût ainsi, pour guider, pour armer les Pouvoirs publics, afin de ne rien autoriser qui ne répondît à l'excellence de solutions prévues d'ensemble. Autrement, l'avenir serait fatalement compromis. Et, du train où les erreurs humaines sont exposées à poursuivre leur chemin en fait d'élaboration sociale, on serait vite condamné au spectacle alarmant de fantaisies répondant à des routines d'origine antérieure et dépourvues de toute espèce de sens dans les éventualités à envisager.

A l'appui de notre sujet, il me souvient d'avoir entendu l'un des représentants les plus autorisés de l'Hygiène contemporaine en France, le regretté Professeur Brouardel, émettre un avis sur la loi de santé publique : « On peut critiquer cette loi », disait-il; « on peut en trouver bien des clauses insuffisantes, mais il y a un point qui reste au-dessus de toute atteinte; il suffirait à lui seul pour faire de la loi une œuvre essentiellement utile et pour lui assurer le respect d'opinion appartenant à toute efficacité indiscutable : c'est son article 9. Si elle ne comprenait pas d'autre clause, celle-ci en ferait déjà une loi excellente ». Il y a, en effet, dans cet article 9, une pensée particulièrement avantageuse aux sociétés qui nous occupent; car elle soumet à une enquête toute commune où, pendant trois années consécutives, le chiffre de la mortalité aurait dépassé la moyenne constatée pour la généralité des communes du territoire national. Cet article, appliqué dans un esprit large, en dehors de tout exclusivisme professionnel, de toute restriction personnelle, avec l'intérêt général pour objectif primordial, suffirait à faire disparaître tous les défauts sanitaires qui favorisent la propagation des maladies dites transmissibles. Et l'on ne tarderait pas à constater les fruits de pareil changement, à condition, toutefois, d'assurer une application consciencieuse et clairvoyante du dit article. En présence des menaces incessantes de l'irréparable, cette clairvoyance s'opposerait à toute lenteur injustifiée dans les enquêtes spécifiées; comme la conscience exigerait une recherche scrupuleuse des défectuosités, dans toutes les communes où les décès constatés appelleraient une étude approfondie. Dans la circonstance, il ne serait donc pas admissible que les solutions proposées, ou les délibérations dont elles deviendraient l'objet de la part de personnalités compétentes, ne fussent les unes et les autres exclusives de tout autre mobile qu'améliorations et réformes visant l'intérêt de la collectivité menacée de mort sous l'espèce des unités qui la composent.

En présence d'une situation semblable, l'humanité n'admettrait rien autre que des intelligences subordonnées au service de la santé publique. Et, ainsi comprise, celle-ci aboutirait, en outre, à une élévation remarquable de la personnalité morale, et ce serait pour honorer la nation.

Rappelons, par un exemple, l'application de l'article en ce qui regarde notre sujet :

Dans sa séance du 15 avril 1904, le Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du Département de la Seine a eu connaissance d'un Mémoire de M. le Préfet relatif à cet article 9 de la loi de santé publique. Se reportant à une dépêche du 29 janvier de la même année adressée par M. le Président du Conseil, ministre de l'Intérieur, le Mémoire établissait que la mortalité moyenne en France avait été, pour 100 habitants, de 2,19 en 1900, de 2,01 en 1901 et de 1,95 en 1902, soit, pour ces trois années, les dernières dont les résultats pouvaient être connus alors, une moyenne de 2,05.

Or, un certain nombre de communes du département accusaient une moyenne supérieure à ce chiffre, d'après la statistique sanitaire des villes de France. Les communes se trouvant dans ce cas étaient au nombre de 24. Vingt-quatre unités devaient donc être soumises à l'enquête sur une totalité d'un peu plus du triple, exactement 79 com-

munes que le département comprend, l'enceinte de Paris exceptée. L'enquête portait donc approximativement sur le tiers des unités communales. On voit tout l'intérêt que l'application de l'article présentait dans le cas particulier. En effet, on ne peut se placer en regard de la situation qui nous attend pour *demain*, sans attacher une importance des plus sérieuses aux attestations de défectuosités sanitaires concernant la superficie territoriale du département. Car c'est un devoir pour le moment d'y assurer, en toutes ses localités sans distinction, une salubrité pouvant servir d'amorce et de modèle à la santé qu'il conviendrait de généraliser à l'ensemble de la capitale agrandie.

L'influence exercée sur la santé serait considérable. Une angoisse scrupuleuse signalerait les causes d'insalubrité, après étude des conditions que l'*eau*, le *sol*, l'*air* pourraient présenter. Les vices signalés entraîneraient des travaux de transformation à éxécuter sans retard ; et le cours des choses aboutirait à un changement qui se confirmerait dans les nouvelles statistiques. Trois années sont écoulées, depuis la séance du Conseil d'Hygiène en 1904. L'enquête a sans doute été effectuée et elle est probablement destinée, si ce n'est déjà fait, à entraîner des modifications destinées à améliorer la santé. Ce contrôle est donc appelé à montrer sa portée sur les différentes unités administratives, auxquelles la santé sera désormais assurée de plus en plus efficacement. Et une raison complexe est en faveur de la vigilance, quand il s'agit de communes du département de la Seine où les chiffres accusent un excès de mortalité : non seulement l'intérêt s'impose par le fait des populations ayant à souffrir d'une mortalité exagérée ; mais encore — on ne saurait assez le rappeler — ces communes de banlieue vont faire partie de l'agglomération agrandie, comme conséquence fatale de cet agrandissement. Peut-on, dès lors, se montrer trop attentif à l'assainissement de leurs territoires respectifs ? J'imagine que personne n'aurait cette pensée.

Ce qui attend Paris est d'accord avec ce dont nous rencontrerions des exemples répétés, dans toutes les villes auxquelles leur prospérité a permis de se développer. Elles se soudent avec d'autres groupes d'habitations faisant antérieurement partie de leur banlieue. Et le tout prend un enveloppement unitaire, avec des espaces libres que l'on y réserve, dans la mesure où les choses sont soumises à une direction intelligente.

La périphérie antérieure à 1859 datait de Louis XVI. Elle a été le motif d'une voie annulaire, dont le parcours se trouve repéré par des monuments de l'époque, ayant fait partie d'anciennes barrières détruites et dont on rencontre encore les traces de place en place. Il en est de même pour Bruxelles, où une ceinture de boulevards sépare l'ancienne ville des nouvelles adjonctions qui sont venues répondre à l'importance que la capitale belge a prise, au cours des dernières années écoulées. Du reste, c'est, comme on le verrait facilement, d'un usage courant. Mais je ne crois pas qu'on puisse songer sérieusement à s'en tenir à semblable solution pour *Paris de demain*. Grand Boulevard et, hors de là, terrains livrés aux bâtisseurs, cela ne correspond en rien aux nécessités d'une extension semblable à celle qui l'attend. Les données ont, à vrai dire, par trop changé pour permettre, encore en ce XXe siècle, de se borner à cette simple répétition. La principale différence porte avant tout sur l'élévation du chiffre que la nouvelle population atteindra : et il y a lieu de redouter l'encombrement du territoire urbain comme l'amoncellement toujours croissant des habitations superposées les unes aux autres. Les immeubles trop élevés par rapport à la largeur des voies sont particulièrement à éviter, surtout quand celles-ci deviennent les seules sources, tant soit peu appréciables, d'air libre à l'intérieur de la ville. Et c'est le cas pour Paris, en conséquence de la suppression des jardins particuliers, que l'on ne cesse d'exproprier depuis un siècle, à la seule fin d'y faire passer de nouvelles rues. Il s'ensuit donc une augmentation incessante d'immeubles à habitations plus nombreuses par rapport à une superficie d'ensemble que l'enceinte empêchait jusqu'ici de s'accroître.

Mais les fortifications vont être abolies et personne ne paraît, encore à l'heure présente, songer au lendemain qu'il y aurait lieu de préparer. Ce serait même là un devoir pour des générations qu'une science spéciale initie comme les nôtres aux exigences qui attendent nos contemporains. Pourtant les choses risqueraient d'être compromises par l'absence de tout mouvement d'opinion représentant les prévisions que l'intérêt collectif devrait suggérer. Ne voit-on pas que les points de vue intéressant la collectivité deviennent aujourd'hui les uniques sources de dignité nationale? Cette collectivité prime tout, quand il s'agit, comme à Paris, d'une capitale en face du mouvement international. Il ne manque pas d'hommes de valeur, que leurs inspirations mettraient en état de poser la question, en se tenant dans l'esprit où il serait désirable de la voir abordée par égard pour la France et pour assurer des réalisations dignes d'elle et de ce que l'on peut en attendre.

En effet, une capitale n'est qu'une transition nationale avec le reste du monde. Et il n'y a aucune région où les esprits ne se portent vers elle, attirés qu'ils sont par l'intérêt toujours croissant entre la diversité des nations, en ce moment surtout où,

par un affinement continu de civilisation, il n'y a plus aucun point du globe qui ne rivalise d'activités regardant la marche du progrès.

Pour les esprits dont les inquiétudes répondaient plus particulièrement au courant de pensées visé dans ces lignes, le dernier Congrès international des architectes, réuni l'été dernier à Londres, répondit de façon brillante aux curiosités que soulevaient déjà leurs aperçus de ce qui s'effectue sur le continent ou dans le nouveau monde. Ce fut une satisfaction pour eux de suivre M. le Dr Stübben, de Berlin, dans son exposé des ensembles, en ce qui touche les villes, auxquelles il avait déjà consacré un bel ouvrage. De même, M. Frank Miles Day, l'architecte de Philadelphie, nous intéressa vivement par les développements curieux et si utiles que les parcs tendent à prendre à l'intérieur et à l'entour des villes, aux Etats-Unis; cela, grâce à des organisations remarquables par l'énergie qu'y déploient les volontés américaines, ainsi que par la liberté des solutions mises en œuvre.

Fig. 1. — *Carte du département de la Seine montrant les espaces habités et les espaces libres.*

Ce qui se fait au delà des frontières sur notre continent, comme ce qui se réalise par delà les mers, ne saurait en rien préjuger de ce qui nous attend, en fait de conséquence à mettre en œuvre. Mais, quant à l'esprit même de la conception, il s'y rencontrera évidemment un précieux guide, une orientation qu'on ne laisserait pas de côté sans commettre une erreur.

Paris de demain ne devra donc négliger aucune des données qui pourront aider la franchise des solutions. En Europe, notamment les villes allemandes, en s'agrandissant, arrivent toutes à comprendre, dans leurs nouveaux espaces, des territoires considérables exempts d'habitations et plantés d'arbres. Mais, en Amérique, le phénomène s'accuse davantage, étend ses applications de façon plus considérable. Les transformations que l'on n'hésite pas aborder permettent de ménager, à l'intérieur des villes déjà existantes, des parcs ou des squares comme sources abondantes d'air; et, de plus, les bois sauvages des campagnes environnantes sont encore aménagés en parcs illimités d'apparence. Enfin, des moyens de transport rapides rattachent ces installations champêtres aux centres des villes, pour y faciliter les loisirs et les jeux au grand air, surtout imposés aux jeunes générations en croissance.

A Paris, les fortifications concentrent aujourd'hui dans la ville, telle qu'elle est là figurée en plan (fig. 1), une population de 2.720.000 Parisiens, répartis sur une superficie de 7.802 hectares.

Une fois les fortifications disparues, l'unité agglomérée s'agrandira d'elle-même jusqu'à comprendre la totalité du département de la Seine, ce dont témoigne déjà la densité de population, constatée au delà de la zone militaire extérieure aux remparts.

En évaluant à 900.000 âmes la population départementale en dehors de l'enceinte actuelle et en faisant intervenir les 2.720.000 habitants de celle-ci, on arriverait à une estimation totale de 3.600.000, quantité sensiblement équivalente, peut-être même supérieure, à celle de New-York.

Or, le département de la Seine couvre seulement 47.676 hectares, tandis que le territoire de New-York, avec l'adjonction de ses parcs ou espaces de toute espèce, en comprend près de 80.000. Si les conditions de santé sont rapportées à la quantité d'air disponible pour chaque habitant, et supposant ce volume atmosphérique en rapport avec la superficie du territoire affecté, nous aurons, comme on le voit par les chiffres déjà cités, une proportion de 1 à 2, c'est-à-dire 1 pour la capitale française de

demain, 2 pour la ville des Etats-Unis. Conditions qu'il faut considérer comme deux fois meilleures à New-York avec ses 79.802 hectares — qu'à ce nouveau Paris comprenant seulement les 47.676 hectares du département.

En pareil état de choses, il ne semble pas qu'il y ait d'hésitation vis-à-vis d'une solution issue d'un enchaînement d'idées étrangères à toute volonté préconçue. Rien n'y montre, que je le sache, aucune fantaisie personnelle; on se trouve conduit à la solution visée comme à une déduction directe des faits que comporte le temps considéré dans ses généralités mondiales. Elle s'impose donc à la diffusion internationale et caractéristique des intelligences de nos jours. Ce n'est pas du tout une opinion personnelle; elle apparaît bien plutôt comme une vérité établie par discipline mentale, que notre temps concourrait à mettre en évidence. D'ailleurs, elle a pour fondements, indépendamment des faits observés, l'expérience et la science qui interviennent à l'appui de son exposé.

Jetons un regard sur la carte[1]. Elle montre clairement le caractère que prendrait le plan de la capitale française par suite d'une situation nouvelle et conséquente de la répartition déjà effectuée des habitants dans la banlieue actuelle. Les murailles d'enceinte et les 300 mètres de largeur que mesure la zone militaire donneraient à ces espaces périphériques une importance de territoire conduisant naturellement l'esprit à les vouloir disposés en jardins agrémentés de plantations. Ces espaces s'accuseraient comme localités reposantes pour les yeux et respecteraient la liberté atmosphérique dont ils assurent déjà les bienfaits aux habitants.

Songerait-on jamais à livrer ces terrains à la spéculation? Ce serait s'exposer à une densité regrettable de population, pour aboutir, finalement, à des conditions générales de santé qui seraient inférieures à celles qu'il est permis de constater aujourd'hui. Car les fortifications et la zone préservent déjà leurs espaces d'habitations accumulées; et, comme conséquence, la santé générale en bénéficie. Il y a donc là un réservoir d'air libre qu'on n'a aucun droit de supprimer. Ce serait aller à l'encontre de l'amélioration sanitaire exigée par l'accroissement de l'agglomération — des plus grandes qu'il y ait au monde — et ce serait contraire à l'esprit judicieux de toute élaboration autorisée par la science de l'époque. La juxtaposition d'immeubles répétée à profusion, la superposition des étages habités nous ramèneraient aux conditions les plus malsaines et les plus redoutables dont les villes aient jamais pu témoigner, en suite de procédés d'aménagements aveugles et dangereux dans leur conception. Il faut s'en méfier et savoir y résister. Cela devient un devoir, quand l'intérêt collectif entre en ligne et montre ses nécessités. C'est, du reste, là une manifestation des connaissances déduites de la période transitoire où nous sommes engagés. De nos jours, des agglomérations, considérables par leur nombre d'habitants, en fourniraient des exemples nombreux : les populations toujours croissantes se développent dans les anciennes cités, dont l'aménagement présentait un caractère particulier qu'on aurait bien dû respecter. Au lieu de cela, il se trouve depuis longtemps compromis par un encombrement qui ne cesse de s'accuser aux dépens de la santé des habitants, ainsi que des bâtiments devenus malsains par suite d'air et de lumière raréfiés; et la beauté elle-même des ensembles ne subsiste pas après la disparition des dispositifs prévus à la première heure. En effet, les villes, dont le service répondait anciennement à des exigences toutes différentes, ne se prêtaient point aux nouvelles solutions. De la sorte, comme nous y avons, je crois, déjà fait allusion, le dernier siècle n'a rien fait, à Paris notamment, qui n'ait eu pour conséquence ultime de réduire effectivement la superficie réservée à l'habitation de chacun de nous et conséquemment d'aggraver ses conditions de santé.

Que faudrait-il donc pour assurer ce que nous voudrions, ou même ce que tout le monde avec nous voudrait voir réalisé?

Ce qui précède a suffisamment établi — et personne n'en doutera — que les communes du département sont appelées à faire partie du grand ensemble aggloméré que nous dénommons : *Paris de demain*. Il y aurait conséquemment grande utilité à ce qu'on songeât dès maintenant au service de la santé de ce grand ensemble. Les règlements, dont une nouvelle élaboration comporterait les avis les plus compétents en accord avec la liberté des esprits, défendraient les collectivités communales contre toute exécution qui serait de nature à compromettre leur état sanitaire; elles assureraient les meilleures conditions de salubrité à la totalité de leur territoire. Pour cela, elles devraient donner à leurs voies de communication une largeur considérable par rapport à la hauteur des bâtiments en bordure. Enfin, toutes les mesures seraient à prendre afin de ménager l'aération et l'ensoleillement de toutes les parties habitées. Il faudrait même également garantir l'eau, le sol et l'air de toute contamination, comme nous en exposions l'urgence en fait de santé publique, dès le début.

Maintenant, si nous nous reportons à l'exemple que donnent les États-Unis avec leurs parcs cham-

[1] Figure déjà parue dans un précédent Mémoire : *Paris de demain et la santé publique*. La *Revue d'Hygiene et de Police sanitaire* en a mis obligeamment le cliché à notre disposition.

pêtres, en dehors et à distance des centres habités, il semble que l'équivalent pourrait facilement se réaliser de soi-même sur les terrains de culture. Leur utilité serait respectée bien entendu; mais peut-être une transformation judicieuse devrait-elle les subordonner à des ensembles de beauté apparente. Ils deviendraient alors des endroits de repos et de loisir, qui se joindraient aux espaces plus spécialement affectés aux jeux des enfants et aux sports des adultes. Et les parcs ainsi disposés seraient moins distants du centre habité que dans la plupart des villes américaines ; ils seraient à portée presque immédiate de l'agglomération définitive que nous voyons déjà sur notre plan. Et même, avec Boston notamment, les États-Unis donneraient déjà l'exemple d'une ville reliée à ses parcs, grâce à leur répartition dans toutes les parties habitées que l'ensemble de l'agglomération peut bien comprendre.

Enfin, comme nous l'avons déjà observé, le grand contour périphérique serait agrémenté de riches plantations dont la continuité serait élaborée en vue de joindre l'un à l'autre les deux bois de Boulogne et Vincennes. Toute proportion gardée, ce serait en grand comme à Leipzig, dont j'avais récemment le plan sous les yeux : les espaces intercalés entre l'ancienne et la nouvelle ville seraient aménagés en jardins pour assurer pleine santé à la capitale agrandie.

Tout répondrait alors aux conditions permettant d'assurer la santé à la vie agglomérée de notre époque. Conditions se résumant :

1° Dans le nombre de plus en plus considérable d'unités ou d'habitants concourant à la concentration ;

2° Dans la nécessité de répartir ces populations sur des superficies telles que chaque habitant bénéficie d'une portion de territoire d'autant plus spacieuse que l'agglomération s'est accrue en nombre;

3° Dans la rapidité des transports, à concevoir de telle façon qu'elle pût faire penser à une suppression des distances entre les différents points compris dans le territoire aggloméré.

Mais, avant toute autre chose, l'aménagement d'habitations rassemblées est bien obligé de répondre aux conditions sanitaires qui visent les trois grands facteurs de l'*eau*, du *sol* et de l'*air*, conformément à ce que nous avons déjà dit:

1° Les eaux courantes, comme les eaux souterraines, devront donc être garanties de toute contamination; des précautions ingénieuses les protégeront toujours des écoulements trop directs, avant l'épuration dûment constatée des eaux usées ou résiduaires ;

2° L'épuration par le sol des usures de la vie et des résidus industriels ne se fera jamais que dans la mesure scientifiquement autorisée et expérimentalement éprouvée ;

3° L'application des mesures protectrices de la pureté atmosphérique, se généralisant de plus en plus, demanderait à être poursuivie.

Il semblerait que l'argumentation poursuivie s'appuie sur un terrain solide et qu'on ne puisse soulever aucune objection. Pourtant on alléguera peut-être la difficulté de créer un mouvement collectif, lorsqu'il s'agit, comme c'est le cas ici, d'avantages concernant surtout d'autres générations que les nôtres et ne touchant, pour ainsi dire, en rien celles qui engageraient une action présentement.

La réponse est facile :

Les générations qui succéderont aux nôtres y trouveront certainement un intérêt considérable; ce qui n'empêche que, par le temps qui court, la rapidité des moyens d'exécution et surtout l'excitant de pensées et de rivalités, en rapport avec leur extension à la surface entière du globe, ont totalement changé le régime des activités, comme temps réclamé par elles. Il n'y a plus rien qui soit entrepris de nos jours, sans que l'époque contemporaine soit appelée à en constater les fruits, à en bénéficier, et, par conséquent, à récolter, par le fait, des satisfactions positives, auxquelles se joindrait, en outre, la fierté d'une initiative prise en vue de l'avenir.

IV

Je ne voudrais pas m'égarer, en faisant de la philosophie. Pourtant la pensée reporte l'esprit vers la réforme d'Auguste Comte, qualifiée de religieuse. Il entendait, en effet, soumettre à un *pouvoir spirituel* le service temporel des activités sociales. Et je me demande en ce moment si l'idéal, entrevu comme déduction de la science pour servir de guide aux transformations intéressant l'avenir, ne rentrerait pas précisément dans les visions et les préoccupations qui pouvaient agiter le philosophe positiviste.

L'objectif d'amélioration collective accuserait, en l'espèce, une source de discipline pour les esprits. Et l'on est bien forcé de reconnaître que l'absence transitoire de cette discipline est regrettable, en ce qui touche la hiérarchie des activités.

Le spiritualisme du passé s'est toujours attaché à remonter les temps, pour y puiser un élargissement de la volonté du jour. Au contraire, l'idéal autorisé par la science de l'heure présente ouvrirait un champ tout nouveau d'activités, essentiellement vivantes, en accord avec l'intérêt de tous. Et ce serait peut-être là motif à tenir lieu de croyances tendant à disparaître.

Cette pensée venant à l'esprit, j'essaie d'en

transmettre l'écho aussi simplement que l'apparition a surgi.

En terminant, reportons-nous encore au plan de la nouvelle capitale. Il schématise, par les valeurs respectives de ses teintes, l'intensité plus ou moins accusée des populations déjà réparties sur les 47.676 hectares de superficie totale que Paris de demain est destiné à comprendre. Des groupements d'habitations d'une densité variée en recouvrent déjà plus de la moitié, approximativement 26.437 hectares. Dans les intervalles restés libres, on voudrait que les cultures du sol fussent autant que possible comprises dans des territoires disposés en parcs, afin de mettre à la portée de tous le charme de verdoyants apaisements, et cela tout en assurant à la santé collective le bénéfice d'une atmosphère non confinée.

Comme on le remarque, ce serait surtout la périphérie départementale, devenant la nouvelle périphérie urbaine, qui se prêterait aux dispositifs de parcs allégués ici. D'autre part, revenant à l'ancienne ville, la zone continuerait à la séparer de l'agglomération qui lui serait extérieure: elle se couvrirait de plantations aménagées en jardins, grand anneau de verdure formant un lien unitaire entre les bois de Boulogne et de Vincennes.

Gaston Trélat,
Chef d'Atelier, Directeur des Études
à l'École Spéciale d'Architecture.

LES US, COUTUMES ET SUPERSTITIONS DE L'INDE MÉRIDIONALE

D'APRÈS UN LIVRE RÉCENT [1]

Parmi les « superintendants » du Service ethnographique, établis dans chaque province de l'Inde depuis 1901, M. Thurston est un des plus actifs. Déjà bien avant l'organisation de ce service important, vers 1895, il a commencé à recueillir tout ce qu'il pouvait sur l'anthropologie, l'ethnographie, la sociologie, le folk-lore, les idées et coutumes religieuses, juridiques ou économiques des tribus et peuplades si variées dont se compose la population de la province de Madras. Tous les ans, il publie un fascicule du *Bulletin of the Madras Government Museum* (dont il est le directeur), consacré à l'Ethnographie et à l'Ethnologie et contenant surtout des articles de lui-même sur les sujets les plus variés relatifs aux populations de l'Inde méridionale. Enfin, il vient de publier un volume qui, à côté de la réimpression, avec de nombreuses corrections et adjonctions, de quelques-uns de ces articles, en contient plusieurs autres qui paraissent pour la première fois.

Il est à regretter que M. Thurston ait fait succéder ces articles dans son livre sans chercher à les relier par quelques considérations générales. Il est vrai que, dans sa préface, il dit ne s'adresser qu'à des spécialistes, ne vouloir donner que des matériaux, sans conclusion aucune, et ne faire de son volume qu'un appel à la bonne volonté de ses correspondants, anciens et à venir, pour l'envoi de nouvelles observations.

Tout en rendant hommage à la prudence avec laquelle l'auteur s'abstient de toute généralisation, je crois que son livre aurait gagné à être un peu plus synthétique. Ayant déjà fait le premier travail de classement de ses propres observations et de celles de ses nombreux correspondants, ayant déjà fait la coordination de ces travaux avec ce qui a été publié ailleurs, il lui eût été facile de faire encore un pas et de systématiser le tout en offrant un tableau sinon définitif, du moins plus saisissant de la vie des différentes peuplades de l'Inde. Un simple classement dans la succession des chapitres aurait déjà facilité la besogne du lecteur. J'ai dû le faire moi-même, afin de présenter une analyse plus claire du volume en question. C'est ainsi que je vais résumer les 18 chapitres de l'ouvrage en les groupant sous quatre chefs : 1° ceux où il est question de la vie matérielle des différentes peuplades de l'Inde Méridionale (chap. IV, VIII, XIII, XVI et XVII); 2° ceux où l'on traite des manifestations de la vie psychique (artistique, religieuse, etc.) de ces même peuplades (chap. III, IX, X, XII, XVIII); 3° les chapitres I, II, XI, XIV, XV, consacrés à la vie familiale : et enfin 4° les chapitres V, VI, VII, qui touchent à la vie sociale.

I. — Vie matérielle.

L'obtention du feu (chap. VIII) par friction de deux baguettes de bois se pratique encore couramment chez les tribus des montagnes et de la jungle: de plus, on retrouve cette pratique, comme survivance, dans certaines castes des Brahmans, où l'usage des allumettes est strictement défendu dans

[1] Edg. Thurston : Ethnographic Notes in Southern India. Madras, Government press, 1906, in-8°, VIII-580 p., av. 40 planches.

l'enceinte du temple. La méthode de giration est la plus usitée, soit en ne se servant que des deux mains comme chez les Yanadis de Nellore, ou chez les Kanikars, soit en employant une courroie pour imprimer le mouvement de va-et-vient à la baguette verticale, maintenue en haut à l'aide d'une coquille, comme chez les Badagas (fig. 1). Mais les Paniyans, qui habitent au pied des Ghâtes occidentales, sur la côte Malabare, obtiennent le feu par la méthode de *sciage* d'une pièce de bambou par une autre (fig. 2), méthode répandue surtout dans le monde malais et indonésien ; enfin, les Kadirs des monts Anaimalai se servent du briquet en remplaçant l'amadou par les fibres d'une sorte de cotonnier (*Bombax malabaricum*).

Le chapitre XVI donne des renseignements nouveaux sur l'étendue de la *géophagie* dans l'Inde méridionale. Les coolis, et surtout leurs femmes, des collines de Cochin, mangent plus d'une livre de terre comestible par jour, tout en paraissant être honteux d'avoir cette habitude. La géophagie est aussi pratiquée dans le Mysore, et sur les marchés de Madras et de Bangalore on vend en quantité l'argile comestible. Ce qui est intéressant à noter, c'est que l'usage est surtout répandu parmi les femmes et dans les tribus civilisées : les « sauvages » de la jungle et des montagnes, excepté les Malayalis, paraissent ne pas connaître les délices de cette alimentation bizarre.

Le costume (chap. XIII) dans l'Inde méridionale change avec la mode ; mais, à l'encontre de ce que l'on observe en Europe, ce n'est pas la coupe, mais bien la couleur et le dessin qui se modifient, surtout sous l'influence de l'importation des étoffes européennes. Et, à ce propos, il faut remarquer que les habitants de ce pays, dont les étoffes indigènes sont teintes en couleurs passées et composites, très artistiques à notre point de vue, manifestent un goût très prononcé pour nos étoffes aux couleurs les plus voyantes et aux dessins les plus grossiers ; d'ailleurs, c'est surtout l'étiquette sur les pièces de l'étoffe qui détermine l'achat.

Certaines peuplades de l'Inde méridionale n'ont pas encore dépassé, pour leurs vêtements, le stade de la feuille de vigne légendaire. Les Koragas du Canara méridional étaient, encore en 1874, uniquement vêtus d'une ceinture de feuilles, tandis que les femmes Poulayan Thanda portent une sorte de courte jupe en lanières de feuilles de « jonc de Thanda » (fig. 3). Les Bhondas de Jaipour sont plus avancés ; leurs femmes portent à la ceinture un morceau d'étoffe en écorce tressée, mais si petit qu'il ne couvre pas en entier même une seule hanche : l'on est obligé de le faire glisser d'un côté ou de l'autre, autour de la ficelle qui sert de ceinture, pour protéger telle ou telle partie du corps. Quant au sentiment de la pudeur, il varie de peuple à peuple : tandis que la femme tamoule porte une sorte de couvre-sein, qu'elle rabat en rencontrant un Européen, la femme malabare n'est nullement

Fig. 1. — *Obtention du feu par giration chez les Badagas.*

gênée de paraître devant lui le torse complètement nu.

Au costume se rattache la question des *mutilations ethniques* (chap. IV). Ici, M. Thurston nous donne des renseignements circonstanciés sur le fard des Toddas des Nilghiris, jus rouge extrait du fruit d'*Eugenia Arnottiana*; sur les disques en élytres chatoyantes de Buprestides que les femmes d'autres régions de l'Inde méridionale se collent au milieu du front; sur les opérations du percement du lobe de l'oreille pratiqué sur les filles des Koravars, dès le troisième jour de leur naissance; et sur l'élargissement successif du trou ainsi obtenu, pendant des mois et des années, jusqu'à ce que le sujet, vers treize à quatorze ans, puisse y introduire des anneaux et des disques de 8 à 10 centimètres de diamètre.

Le tatouage est répandu dans presque toute l'Inde méridionale, beaucoup plus qu'on ne pensait jusqu'à présent. M. Thurston décrit en détail l'opération, pratiquée en général par les femmes, tatoueuses ambulantes. Celles-ci opèrent non seulement chez les Tamouls de toutes castes, mais encore chez les Eurasiens catholiques du Malabar, qui affectent surtout de porter, sur l'avant-bras, le tatouage d'un pigeon, emblème du Saint-Esprit. Le limage des dents incisives en cône pointu n'est pratiqué que chez deux seules peuplades de l'Inde méridionale et peut-être de l'Inde en général: les Kadirs et les Mala Vêdars des monts Anaimalai[1]; on fait cela, disent-ils, pour ne pas ressembler à une vache. L'usage de couper une ou plusieurs phalanges des doigts est courant dans le Mysore et le pays avoisinant.

Rien de particulier à noter à propos de la circoncision et de la castration, sinon le rappel de l'existence des Kojahs (eunuques volontaires à la suite de l'impotence), décrits par Shortt encore en 1873. A propos de la marque au fer rouge sur le sein, imposée aux Basivi (prostituées du temple), M. Thurston fait observer que, pour les plus jeunes et les plus jolies d'entre elles, on interpose entre le sein et le fer rouge une pâte de bois de santal, afin de ne faire qu'une marque fictive. Les hommes qui se soumettent à la même opération sur les épaules sont considérés comme consacrés aux déesses et portent généralement le costume féminin (p. 401). Je passe plusieurs autres pratiques de mutilation, et termine la revue du premier groupe de chapitres par deux mots sur les *boomerangs* (chap. XVII), provenant des Maravars de Madoura. Ces armes de jet ont la forme d'un croissant, large à l'extrémité distale, étroit vers le manche; cette forme ne permet pas le retour de l'arme vers la personne qui la lance.

Fig. 2. — *Obtention du feu par sciage chez les Paniyans.*

II. — Vie psychique.

Le plus long des chapitres se rapportant à la vie psychique (le IIIe) est consacré aux présages, au « mauvais œil », aux charmes, aux superstitions à propos des animaux, à la sorcellerie, aux ex-voto. Il contient des centaines de faits très intéressants et n'est pas analysable. Voici quelques exemples de présages. Frémissement dans la main droite : mariage avec une jolie femme; frémissement dans la plante du pied droit : départ pour un voyage.

La veille du nouvel-an, il faut arranger une pièce dans la maison le plus luxueusement possible, avec fleurs, étoffes, objets précieux, afin d'entrer dans l'année qui commence par un endroit rempli de bonnes choses. Les figures qui forment des tourbillons de poils de la robe d'un cheval présagent le bien ou le mal, suivant qu'elles sont en couronne, en barbe de plume ou en crête[1]. Il est interdit de poser à la renverse les récipients qui servent comme

[1] Au voisinage de l'Inde, on ne rencontre cette coutume qu'à Sumatra et à Java.

[1] N'est-ce pas le précurseur des marques de propriétés sur le bétail (le « Tamga » des Kirghiz, le « Vasm » des Arabes)?

mesure de liquide: de là l'opposition formidable qu'avait rencontrée l'introduction de nouvelles mesures de capacité en aluminium, que l'on prescrivait de renverser, après l'usage, afin de prévenir l'oxydation du vase par le liquide.

Il y a une foule de préjugés se rapportant aux constellations sous lesquelles naissent les enfants, et aussi aux jours propices et néfastes. Toutefois, il y a des accommodements : ainsi, il est néfaste de s'oindre le corps le samedi; mais, si l'on met un peu de racine de *Nerium oleander* dans l'huile, l'effet malfaisant du jour choisi est annihilé. Chez les Nayars du Malabar, on voit, pendue au coin du toit de presque toutes les maisons, l'effigie, sorte de poupée, représentant un singe, une figure humaine, etc., et destinée à dévier le mauvais regard (fig. 4). Un enfant a-t-il perdu l'appétit? Cela tient à l'influence de tel ou tel visiteur; aussi faut-il ramasser la poussière du sol qu'avait foulé son pied et frotter avec cette poussière la tête de l'enfant. Faut-il rappeler les superstitions qui ont trait à l'haleine et qui sont la base de l'interdiction du repas en commun entre les gens des castes différentes? Faut-il aussi énumérer tous les « mantrams », ces combinaisons infinies des lettres initiales des noms des cinq éléments sacrés? et tous les « yantrams » ou figures cabalistiques, dont M. Thurston donne la description? Ceci nous entraînerait trop loin et je passe aux autres chapitres sur la vie psychique.

Trois d'entre eux parlent des trois sortes de sacrifices, qui ont tous pour base la propitiation. C'est d'abord (chap. IX) l'usage, répandu dans toute l'Inde méridionale, de courir sur les charbons ardents. Le danger de cet exercice paraît plus grand qu'il n'est en réalité, car on trempe préalablement les pieds dans l'eau de riz et l'on ne fait que trois ou quatre pas, très vite, sans se brûler. Il en est de même de « Hook-Swinging » (chap. X) ou la pendaison à l'aide de crochets passés sous la peau du dos, au bout d'une perche que l'on fait tourner. Cette coutume barbare se pratiquait il y a encore quelques années; le martyr, dans ce cas, était préalablement ahuri par une boisson anesthésiante spéciale. Les sacrifices humains (chap. XII) sont une affaire plus sérieuse et sont interdits formellement par le Gouvernement britannique ; le dernier connu remonte à 1852 ; mais on les pratiquait secrètement il y a encore peu d'années parmi les Khonds ou Kandhs du Bengal et du Madras. Les victimes « Myriames » devaient être obligatoirement *achetées* pour cet usage. Un des sièges sur lesquels on immolait les victimes humaines, remplacées depuis par les bœufs, figure parmi les pièces rares du Musée de Madras; à ce titre, il est reproduit dans le volume de M. Thurston.

Fig. 3. — *Femme Poulayan Thanda, vêtue d'une jupe en lanières de feuilles de jonc.*

On peut rapporter à la vie psychique la description, dans le chapitre XVIII, de différents instruments indiens plus ou moins scientifiques: mesures de longueur, clepsydres, tailles pour marquer les comptes, ventouses sèches; et des objets de sports : les éperons du combat des coqs et le coup de poing des Jettis (une des castes des Telougous), qui s'entraînent à donner avec cette arme des coups d'une telle violence qu'ils peuvent décoller la tête du tronc de leur adversaire ou de leur victime, car ils sont employés aussi comme bourreaux.

III. — Vie familiale.

Un long chapitre (le premier du volume) est consacré à la description d'une centaine de *coutumes matrimoniales*, qui varient à l'infini d'un peuple à l'autre, d'une caste à l'autre dans le sud de l'Inde.

Le seul trait qui paraît être commun à peu près à tous, c'est la mise au cou de la mariée d'un collier possédant des vertus magiques, le « tali », ordinairement un cordon tressé d'or et d'argent (fig. 5).

Je cite, un peu au hasard, quelques-unes de ces coutumes. L'apposition du pied de la mariée sur une meule est une cérémonie essentielle du mariage dans différentes castes et même dans les cérémonies brahmaniques; elle signifie que la fidélité conjugale sera aussi durable que la pierre. Un autre usage répandu veut que l'on sème au mariage quelques graines de plantes diverses dans un pot *ad hoc*, à charge par les mariés de jeter dans la rivière les nouvelles pousses quelques jours après la cérémonie. Une coutume assez étrange existe dans certaines castes brahmaniques des Tamouls: c'est le « malaimaththal » (échange de fleurs) : quatre jours après le mariage, le nouveau marié et sa femme se rencontrent dans un champ, chevauchant chacun sur les épaules de leur oncle maternel respectif, et échangent des guirlandes ou des couronnes de fleurs. Cette cérémonie est suivie d'une autre, appelée « Amman Kolam », où la nouvelle mariée, déguisée en homme, est promenée en cortège à travers les rues avec une fillette représentant sa femme; arrivée à son habitation, elle y rencontre son mari, l'invective, lui imputant toutes sortes de crimes, et le proclame son serviteur. Dans d'autres cas, le mari est travesti en femme et conduit en procession par la ville, etc.

Fig. 4. — *Figures destinées à éviter le mauvais œil.*

Le rapt est pratiquée par les Khonds, montagnards du Goudjerat, chez lesquels la fiancée est enlevée, après avoir été recouverte d'un châle rouge, et portée sur les épaules de son oncle jusqu'au domicile de son futur mari. Souvent les amis des deux familles engagent une lutte, les uns pour arrêter les ravisseurs, les autres pour couvrir leur fuite. Chez les Khonds de Goumsour, la fiancée ainsi enlevée est chargée, dans la maison de son futur, de très lourds colliers de métal qui l'empêchent de fuir. Parfois, on donne à chaque famille une corde à nœuds, qui sert à remémorer la date du mariage, en défaisant un nœud chaque jour.

Chez les Khonds Kutiya, jeunes gens et jeunes filles couchent ensemble dans des maisons construites exprès pour cela dans les villages[1].

La coutume, si répandue chez beaucoup de peuples incultes, d'éviter après le mariage la rencontre des beaux-parents, semble être rare dans l'Inde méridionale. M. Thurston ne cite qu'un cas, chez les Poulayans (serfs agricoles) du Travancore, où la belle-mère ne peut approcher le gendre.

Les coutumes matrimoniales des Gadabas de Vizagapatam sont très curieuses; dans certains cas, c'est la lutte entre deux camps de jeunes gens et le rapt de la fiancée; dans d'autres, c'est la retraite des futurs dans la jungle, où, après avoir allumé un feu, la fiancée applique sur les fesses du promis des tisons ardents ; s'il crie trois fois : Am! Am! Am! il n'est pas digne du mariage ; s'il supporte l'opération sans broncher, l'union est conclue. Naturellement, la force avec laquelle le tison est appliqué se trouve en rapport avec l'inclination qu'a la fille pour le jeune homme. D'après une autre version, la fille s'en va dans la jungle avec plusieurs jeunes gens et les soumet successivement à l'épreuve du feu.

Il y a aussi la fuite simulée du promis, ramené par le futur beau-père (chez les Pallans, agriculteurs Tamouls) ou par le père de la promise (chez les Kamsala, artisans Tamouls), et la curieuse

[1] Ceci rappelle les « Olag » des Igorotes des Philippines. D'ailleurs, des maisons de ce genre se retrouvent chez d'autres populations de l'Inde méridionale, par exemple dans certaines tribus des monts Jeypore, où filles et garçons doivent coucher ensemble certains jours de la maturation du fruit du Manguier (p. 32).

coutume du mariage fictif avec une épée, chez les Kaïkolans (musiciens) du Coïmbatour, ou avec un arc chez les Alias (cultivateurs) de Ganjam et chez les Oriya, ou avec un arbre chez les Dhobis (blanchisseurs) du Mysore, etc.

Ces mariages fictifs sont ordinairement en connexion soit avec la prise du voile des « Dasis » (prostituées du Temple), comme chez les Kaïkolans, soit avec le mariage avant la puberté de la jeune fille. Dans le premier cas, souvent un riche habitant prend sur lui tous les frais de la cérémonie et reçoit, en échange, les premières faveurs de la Dasi.

L'achat de la fiancée (le « Kalym » des peuples turcs) se rencontre chez les Malaïali de l'Arcot septentrional, où le prétendant doit travailler dans la maison et pour le compte de son futur beau-père.

La place me manque pour parler en détail du « mariage parental » entre les garçons de cinq ou six ans et des filles de seize à vingt ans, qui a comme suite le concubinage de la mariée avec son beau-père qui se charge de la procréation ; cependant, la progéniture, légalement, appartient au mari-enfant[1]. Cet usage est très répandu chez les cultivateurs Malaïali du district de Salem, chez les Tamouls Kammas et chez les Reddis (cultivateurs Telougou), où la chose se complique en ce sens que la femme ne s'unit pas nécessairement avec son beau-père, mais avec un autre homme, le plus souvent un parent du côté maternel. Je passe la question de l'exogomie, du mariage à l'essai, du mariage feint ou pour rire, qui est peut-être la survivance des coutumes de défloraisons par les prêtres, relatées dans le voyage du capitaine Hamilton (1744).

Fig. 5. — *Nouveaux mariés Kapous ou Reddis Telougous agriculteurs).*

Pour finir, voici la coutume énigmatique des Lambadis du Mysore : Immédiatement après le mariage, toutes les femmes présentes à la noce se retirent dans une chambre où se trouve un seul homme, le brahman qui a présidé à la cérémonie; avec des cris et des chants sacrés, les femmes se précipitent sur lui, le pinçent et cherchent à le flageller tout nu. On dit que le brahman consent à ce traitement moyennant une rétribution (p. 58).

Je me vois obligé, faute de place, d'être très bref

[1] J'ai signalé, dans mon livre « Les races et les peuples de de la terre » (Paris, 1900, p. 279), l'analogie de cette coutume avec le « snokhatchestvo » des paysans russes. J'ajouterai à ce qui s'y trouve le dicton russe que l'on place dans la bouche d'un de ces maris précoces, qui, devenu adulte, s'adresse ainsi, en arrivant, à « ses » enfants : « Bonjour mes chers frères, enfants de ma femme; allez dire à votre père, qui est le mien, que le mari de sa femme est arrivé. »

sur le chapitre XI relatif à l'*infanticide*, et sur ceux qui traitent de la *dévolution du nom* (XIV) à l'enfant, et de la *couvade* (XV).

L'infanticide, ou plus rigoureusement la suppression des enfants du sexe féminin, comme coutume, a été surtout en faveur chez les Khonds et chez les Toddas; officiellement, la coutume est supprimée depuis trente et quelques années, mais la prédominance du nombre des hommes sur celui des femmes, relevée par les dernières statistiques dans ces tribus, laisse quelques doutes sur sa complète disparition.

Comme il est dangereux pour tout Hindou de prononcer son nom, qui est compris parmi « les neuf choses à ne pas révéler aux autres » (âge, fortune, secrets de famille, état de santé, rapports sexuels, etc.), on appelle les enfants par des surnoms ou en abrégeant le véritable nom, qui est ordinairement celui d'un ancêtre déjà décédé. Quelquefois, on préfère les noms des hommes célèbres, seraient-ils même des Anglais (exemple : Munrolappa, d'après Sir Thomas Munro, ancien gouverneur de Madras). Les Koragas du Canara méridional portent les noms des jours de la semaine, etc.

La couvade est répandue parmi les Kouravars ou vanniers du Malabar, ainsi que parmi les vanniers (Kukke) Koramas, près Shimoga; mais ce sont les seuls exemples plus ou moins authentiques; les autres faits signalés peuvent tout au plus être interprétés comme une survivance de cette coutume.

Le chapitre II, consacré aux *rites funéraires*, mériterait à lui seul une analyse spéciale; je me contenterai de dire que les cérémonies des funérailles, partout où le brahmanisme a pénétré, tournent autour de cette conception que l'âme sortie du corps brûlé a besoin de rentrer au plus vite et le mieux possible dans un autre corps. De là, l'indication des neuf points du corps par lesquels doit sortir l'âme; de là, les objets et les vêtements laissés sur la tombe ou données au brahman; de là, les deux statues ou deux pierres érigées l'une à la maison mortuaire et l'autre auprès d'un étang. Mais les tribus non brahmaniques ont des usages spéciaux qu'il serait trop long de relater ici. Notons, cependant, que les cérémonies commémoratives sont aussi importantes et aussi respectées chez les unes que chez les autres.

IV. — Vie sociale.

Je groupe sous ce titre trois chapitres consécutifs. L'un d'eux (Ve) est une longue énumération des *tortures usitées jadis dans l'Inde*; par exemple, l'écrasement des testicules, l'exhibition publique, en présence du torturé, de sa femme ou de sa sœur toute nue, etc.

Cette liste est suivie de celle des ordalies : passer la main dans un sac renfermant le serpent cobra sans être mordu; retirer une pièce de monnaie d'un pot rempli d'un potage de riz bouillant, etc.

Le second chapitre (VIe) concerne les *punitions corporelles dans les écoles publiques* de l'Inde méridionale, encore en partie en vigueur aujourd'hui. M. Thurston en énumère 42. Parmi les plus intéressantes est celle de répandre un peu de sable sur la cuisse nue de l'élève et la pincer ensuite à cet endroit : la chose est à la portée de tous les maîtres de village, car les enfants, assis par terre, écrivent les lettres de l'alphabet avec leur doigt sur le sable répandu devant eux.

Enfin, le dernier chapitre (VIIe) parle de l'esclavage et des quinze conditions à la suite desquelles on devient ou on devenait esclave (descendance d'une esclave, subvention dans la famine, dettes, prisonniers de guerre, apostasie, amour manifesté envers une esclave, vente volontaire, etc.).

Je suis loin d'avoir épuisé tous les sujets du livre de M. Thurston, mais ce que je viens d'écrire suffira, j'espère, pour montrer quelle mine inépuisable de renseignements représente ce beau volume, qui devrait être sur la table de travail de tous ceux qui s'occupent de l'Inde et de l'Ethnologie.

J. Deniker,
Bibliothécaire du Muséum d'Histoire naturelle.

LA TAUTOMÉRIE

PREMIÈRE PARTIE : HISTORIQUE. CARACTÉRISATION DE LA TAUTOMÉRIE

I. — Introduction. Historique

Parmi les divers isomères répondant à une même composition centésimale, il existe, on le sait, des différences de stabilité plus ou moins grandes. Le plus souvent, la stabilité de ces isomères est suffisante pour que chacun d'eux garde son individualité dans un intervalle de température assez étendu. Mais, lorsqu'on vient à dépasser les limites supérieures de température au delà desquelles ces isomères se dissocient, puis qu'on laisse la température s'abaisser, les éléments séparés se combinent et fournissent les isomères les plus stables. L'élévation de température a donc pour résultat de faire tendre les formes moins stables vers les les formes plus stables. Ce passage d'une stabilité inférieure à une stabilité supérieure est accompagné d'une perte d'énergie interne du système qui le subit; aussi le retour inverse n'est-il pas spontanément possible.

Le chlorure de propyle, par exemple, sous l'influence de la chaleur se transforme en propylène et acide chlorhydrique, qui, par refroidissement, se combinent en formant du chlorure d'isopropyle. Au contraire, le chlorure d'isopropyle, par chauffage, ne se transforme jamais en chlorure de propyle :

$$CH^3.CH^2.CH^2Cl \rightarrow CH^3.CH:CH^2 + HCl \rightarrow CH^3CHCl.CH^3.$$

Il se produit ainsi ce qu'on nomme une *migration moléculaire*, dont le caractère est, nous le répétons, de ne *pas* être *réversible*. Ce phénomène est analogue à celui que l'on observe lorsque, un système solide étant en équilibre instable, on vient à le déplacer au delà de certaines limites que définissent les lois de la Statique. On voit alors ce système passer de l'état d'équilibre instable à l'état d'équilibre stable, et cette modification, corrélative de l'abaissement du centre de gravité, correspond par conséquent à une diminution d'énergie potentielle de ce système. Il en résulte que le passage de l'état d'équilibre instable à l'état d'équilibre stable est spontanément irréversible.

Mais, de même qu'en Mécanique, entre les états d'équilibre stable et instable, se place celui d'équilibre *indifférent*, de même, en Statique chimique, nous aurons à envisager le cas où les migrations ne seront accompagnées que d'une variation d'énergie interne insignifiante. Pour celles-ci, des causes extrêmement faibles seront capables de modifier la statique de la molécule et aussi d'y provoquer la migration dans le sens direct et dans le sens inverse, en un mot de provoquer des *migrations réversibles*, de même que le fléau d'une balance en équilibre penchera vers la droite ou la gauche suivant que l'on surchargera l'un ou l'autre de ses plateaux. Ce sont ces migrations réversibles dont l'étude constitue l'objet de la *Tautomérie*.

On peut dire que la *Tautomérie* est née des recherches sur l'éther acétylacétique. La préparation bien connue de cet éther, réalisée dès 1863 par Geuther à l'aide de l'acétate d'éthyle et du sodium, avait déterminé Frankland et Duppa à attribuer au nouveau composé la constitution d'un éther β-cétonique et à expliquer sa formation par les réactions suivantes :

$$CH^3CO.OC^2H^5 + Na = Na.CH^2.CO.OC^2H^5 + H;$$
$$\boxed{Na}\ CH^2.CO.OC^2H^5 + CH^3.CO.\boxed{OC^2H} = CH^3.CO.CH^2.CO.OC^2H^5 + NaOC^2H^5,$$

bien qu'à vrai dire on ne fût pas arrivé à isoler le dérivé sodique de l'acétate d'éthyle dont on supposait la formation intermédiaire. Cette explication semblait d'autant plus rationnelle que l'éther acétylacétique se comporte comme une cétone, et qu'on a reconnu depuis qu'il se combine avec la phénylhydrazine, l'hydroxylamine, qu'il donne un dérivé isonitré avec l'acide nitreux, et fournit enfin des dérivés mono et dialcoylés lorsqu'on le traite par un iodure alcalin et par l'éthylate de sodium. Une propriété particulière de l'éther acétylacétique, celle d'échanger 1 atome d'H de son groupement CH^2 contre 1 atome de Na, n'était pas expliquée par la formule de Frankland et Duppa; mais ces auteurs l'attribuaient au voisinage de deux groupements $>CO$ qui, disaient-ils, conférent à l'un des atomes d'H du CH^2 lié à ces groupements une négativité spéciale et lui permettent de fonctionner comme un atome d'hydrogène des molécules acides.

Geuther, au contraire, n'admettait pas la formule de Frankland et Duppa; pour lui, l'éther qu'il avait découvert et préparé le premier était un alcool non saturé, de constitution représentée par la formule $CH^3C(OH):CH.CO^2C^2H^5$, c'est-à-dire un *énol*, ainsi qu'on le dit aujourd'hui[1]. Il en donnait pour preuves que l'éther acétylacétique donne un composé d'addition avec le Br et colore en bleu les

[1] *Enol* vient de *éthénol*, nom servant à désigner l'alcool non saturé hypothétique, $CH^2:CHOH$, dérivant de l'éthène.

solutions de Fe^2Cl^6, ainsi que le font les phénols, corps renfermant le groupement alcool non saturé :

$$\begin{matrix} = C \\ \quad\;\; | \\ \quad\;\; X \end{matrix} \; C - OH.$$

A l'appui de cette façon de voir, Ladenburg, Oppenheim, etc., montrèrent ultérieurement que le sodium n'attaque pas l'acétate d'éthyle rigoureusement anhydre ou exempt de toute trace d'alcool, et que, par conséquent, le composé hypothétique $NaCH^2.CO.OC^2H^5$ ne se produisait pas. En outre, Claisen constata ultérieurement que, dans la préparation de l'éther acétylacétique, une trace d'alcool est indispensable pour amorcer la réaction du sodium sur l'acétate d'éthyle et que l'éthylate de soude peut avantageusement remplacer le métal. Il rejeta donc le processus proposé par Frankland et Duppa et lui substitua le suivant :

$$CH^3.C\begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown OC^2H^5 \end{matrix} + Na.OC^2H^5 = CH^3.C\begin{matrix} \diagup ONa \\ -OC^2H^5 \\ \diagdown OC^2H^5 \end{matrix};$$

$$CH^3.C\begin{matrix} \diagup ONa \\ -OC^2H^5 \\ \diagdown OC^2H^5 \end{matrix} + H^2.CH.CO^2C^2H^5 = CH^3C(ONa):CH.CO^2C^2H^5 + 2C^2H^5OH,$$

aboutissant, par conséquent, non pas au dérivé sodé d'un éther β-cétonique, mais à celui d'un alcool non saturé.

Ajoutons, comme dernière preuve de la constitution énolique du dérivé sodé de l'éther acétylacétique, celle tirée de l'action, sur ce dérivé, du chlorocarbonate d'éthyle, donnant, dans ces conditions, un dérivé :

$$\begin{matrix} CH^3.C:CH.CO^2C^2H^5 \\ \quad\;\; | \\ \quad\;\; CO^2.C^2H^5 \end{matrix}$$

d'origine énolique.

Les deux opinions consistant à considérer l'éther acétylacétique soit comme cétonique, soit comme énolique, rallièrent l'une et l'autre des partisans, et, d'une polémique ardente, il ressortit cette conclusion que, si l'hypothèse de Frankland et Duppa était justifiée pour un certain nombre de réactions, elle était en contradiction avec un certain nombre d'autres, au cours desquelles se forment les dérivés métalliques de l'éther acétylacétique. D'autre part, si la théorie de Geuther triomphait sur quelques points, elle était mise en échec par sa rivale pour les réactions où n'interviennent pas ces dérivés métalliques. Il fallut donc admettre que l'éther acétylacétique est capable de prendre deux constitutions différentes, suivant qu'il est libre ou sous forme de sel, et qu'il retourne à sa constitution primitive lorsque après l'avoir salifié on le remet en liberté en le déplaçant de ses sels.

On se proposa aussitôt de déterminer exactement les conditions dans lesquelles se produisait cette migration réversible, et aussi de rechercher si d'autres substances que l'éther acétylacétique n'en fourniraient pas de semblables : l'étude de la tautomérie était amorcée.

Une voie nouvelle s'offrait aux chercheurs; elle fut aussitôt explorée, et le nombre des composés susceptibles de se comporter comme l'éther acétylacétique s'accrut rapidement, à la suite des travaux de Claisen, Wislicenus, Michael, Nef, Perkin, Brühl, Haller, etc. On vit que, pour ces composés présentant des migrations moléculaires réversibles, les réactions et la constitution dépendent à la fois du milieu et des réactifs en présence desquels ils se trouvent. Par exemple, ainsi que je l'ai montré, les alcools cétoniques se comportent, tantôt comme des cétonesa-lcools primaires, tantôt comme des oxydes-alcools secondaires, suivant le milieu dans lequel on les considère ou les réactifs que l'on fait agir sur eux, et les migrations dont leurs molécules sont le siège sont limitées par un état d'équilibre dynamique dont la valeur dépend également des conditions de milieu.

Nous pouvons donc définir la *tautomérie* :

L'étude des combinaisons dont la constitution est variable par suite de migrations moléculaires réversibles.

Je me propose, dans ce travail, de passer en revue les méthodes permettant de reconnaître la tautomérisation et d'en mesurer les degrés sur telle ou telle substance; je classerai ensuite les divers types de tautomères actuellement connus, et enfin j'examinerai les causes provoquant la tautomérie et le mécanisme suivant lequel celle-ci se produit.

II. — Nomenclature des substances tautomérisables.

En 1886, Conrard Laar[1] proposa d'attribuer le nom de *tautomérie* (ταυτο, le même; μερος, partie) aux composés à fonctions variables, et tenta de les sérier dans une classification dont nous verrons plus loin les bases. Bien qu'étymologiquement parlant ce mot soit vague et imprécis, c'est lui qui a prévalu sur les synonymes qu'on lui a opposés depuis. A ce substantif, Jacobson[2] voulut substituer celui de *desmotropie* (δεσμος, lien; τροπος, changement), de sens plus précis, mais qui n'envisage, dans le phénomène de migration, que la modification de liaison. Conformément à la proposition de Hantszch et Hermann[3], on réserve particulièrement le nom de *tautomères* aux substances se comportant, dans leurs réactions, comme si elles avaient

[1] *Ber.*, t. XVIII, p. 648, 652; t. XIX, p. 732.
[2] Vict. Meyer : *Ber.*, t. XX, p. 1732; t. XXI, p. 2628.
[3] *Ber.*, t. XX, p. 280.

des constitutions variables, tandis qu'on nomme *desmotropes* celles qui subsistent sous des états isomériques différents. Ainsi l'éther acétylacétique, fonctionnant tantôt comme un alcool, tantôt comme une cétone, est un *tautomère*, tandis que les variétés α et β de glucose isolées par M. Tanret constituent les *desmotropes* des glucoses.

La désignation de *pseudomérie* (ψευδος, faux; μερος, partie), créée par Baeyer[1] pour un cas spécial, a été également avancée par Laar pour remplacer celle de tautomérie; elle n'a rencontré aucune faveur. La principale cause résulte de ce que, lorsqu'on se trouve en présence de deux desmotropes, il est tout au moins téméraire d'affirmer que l'un est l'isomère vrai, l'autre le faux (le pseudo ou plus simplement le ψ).

Nous signalerons également « *mérotropie* », proposé par Michaël[2], et devenu « *tropomérie* » sous la plume de Claisen. Ces deux substantifs, dérivés d'une même étymologie (τροπος, changement; μερος, partie), sont tombés dans le parfait oubli.

Jusqu'à présent, nous n'avons eu en vue que des substances à *fonction variable*, justiciables de ce que Pechmann[3] nomme la *tautomérie fonctionnelle*. A côté de celles-ci, il en est d'autres, comme les amidines, qui présentent un caractère de tautomérie spécial. Si, par exemple, par des réactions régulières, on cherche à préparer les deux amidines isomériques suivantes :

$$\text{I}\quad R.C\begin{cases}Az-R_1\\ AzH-R_2\end{cases}\quad \text{et}\quad \text{(II)}\quad R.C\begin{cases}AzH-R_1\\ Az-R_2\end{cases},$$

on aboutit à un isomère *unique*. De semblables cas sont dits de *tautomérie virtuelle*.

III. — Méthodes propres a l'étude des phénomènes de tautomérisation.

Maintenant que nous sommes fixés sur le sens à attribuer aux divers termes dont nous aurons à nous servir, nous allons passer en revue les diverses méthodes permettant de constater l'existence de la tautomérie et d'en mesurer les degrés.

A ce point de vue, nous ne considérerons presque exclusivement que les cas de tautomérie fonctionnelle. Car, pour ce qui concerne la tautomérie virtuelle, qui ne présente, en définitive, qu'un caractère négatif, constater l'absence d'un isomère prévu et l'expliquer, en cela se résume à peu près tout ce qu'on peut dire actuellement sur ce sujet.

§ 1. — Méthodes chimiques.

Ce sont les *seules* qui permettent d'affirmer qu'une substance est tautomérisable. Par contre, il faut ajouter qu'elles sont incapables, comme nous le verrons plus loin, de nous renseigner sur l'état *réel* de la fonction d'un desmotrope, comme sur les proportions dans lesquelles deux desmotropes d'un même tautomère existent en équilibre.

La tautomérisation, dans le cas le plus général, entraînant à la fois pour un composé : changement de fonction, modification des liaisons et déplacement d'un élément ou radical, nous pouvons grouper les méthodes chimiques qui la dévoilent en trois catégories, suivant qu'elles sont aptes à déceler l'une ou l'autre de ces modifications.

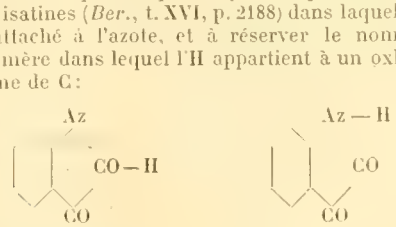
1. *Réactions décelant le changement de fonctions.* — Elles varient nécessairement avec les fonctions auxquelles la tautomérisation peut donner naissance.

L'un des cas le plus fréquents est celui où, l'un des desmotropes étant neutre, l'autre possède un atome d'H acide. On le rencontre dans les alcools, acides et éthers aldéhydiques ou cétoniques, dans les amides, les phénols, etc. L'apparition de la fonction acide chez les desmotropes en question sera caractérisée, dans ce cas, par les réactions habituelles de la fonction acide.

L'aptitude au remplacement d'un atome d'H par un métal dans les molécules analogues à celle de l'éther acétylacétique est considérée par beaucoup d'auteurs comme caractéristique de sa susceptibilité à la tautomérisation. Michaël[1], en particulier, n'admet pas qu'il existe de composés oxygénés dans lesquels un métal soit lié au C, *car*, dit-il, *de l'entassement des radicaux négatifs oxygénés résulte une exaltation de la négativité de l'H, qui devient alors substituable par un métal ; mais, par suite de l'introduction de ce dernier, la négativité de l'O deviendra telle que cet O se transformera en O hydroxylique.* Perkin fait une remarque analogue à propos de la liaison des atomes d'azote et de métal dans les dérivés métalliques des composés hydrocarbonés renfermant de l'azote.

Enfin, Hantzsch, reprenant cette idée, l'a géné-

[1] C'est à l'occasion de ses travaux sur l'isatine que Baeyer fut conduit à adopter ce préfixe *pseudo* pour désigner celle des deux isatines (*Ber.*, t. XVI, p. 2188) dans laquelle l'atome d'H est attaché à l'azote, et à réserver le nom d'isatine pour l'isomère dans lequel l'H appartient à un oxhydrile lié à un atome de C :



Isatine (Lactime). Pseudo-isatine (ψ) (Lactame).

[2] *Liebig's Annalen*, t. CCXCI, p. 25.

[3] *Ber.*, t. XXVIII, p. 876, 2362.

[1] Michael : *J. f. p. Ch.*, t. XXXVII, p. 507.

ralisée et étendue à un grand nombre de substances qu'il a appelées : *pseudo-acides*[1]. Pour cet auteur, si le trinitrométhane $CH(AzO^2)^3$ se comporte comme un acide, c'est qu'au contact des bases alcalines il subit une tautomérisation et donne l'*aci*-trinitrométhane $(AzO^2)^3C{:}AzOH$. Il en donne pour preuve que des composés non tautomérisables, comme le chloroforme $CHCl^3$, bien que possédant 3 radicaux négatifs et 1 hydrogène liés au même carbone, sont incapables de donner des sels avec les alcalis. Néanmoins, il ne faut pas oublier que cette preuve perd un peu de sa valeur si l'on considère que des hydrocarbures non tautomérisables, comme le triphénylméthane, donnent, ainsi que l'ont montré MM. Hanriot et Saint-Pierre, un dérivé potassique $CK(C^6H^5)^3$. Ce fait prouve que, même en l'absence de toute tautomérisation possible, l'accumulation des radicaux négatifs autour d'un atome de carbone augmente la négativité des atomes d'H encore unis à cet atome. Il est à remarquer qu'en général la transformation du desmotrope neutre en desmotrope acide n'est pas instantanée ; aussi, lorsqu'on ajoutera peu à peu un alcali à une solution aqueuse du premier, verra-t-on l'alcalinité du mélange diminuer peu à peu, de telle sorte que la neutralisation définitive de semblables solutions ne peut être réalisée que par étapes successives. Cela tient, comme nous le verrons plus loin, à ce qu'il s'établit, entre les deux desmotropes et l'eau, un équilibre que l'alcali vient rompre, mais qui tend à se rétablir jusqu'à disparition complète du desmotrope neutre.

L'aptitude réactionnelle acide prise par l'H dans les combinaisons n'a rien qui doive surprendre si l'on considère que, dans les formes *aci* du nitrométhane ou des éthers cétoniques, on retrouve les groupements =Az-OH de l'acide nitreux, et $\gg$C-OH des acides organiques. En ce qui concerne ce dernier groupement, nous ferons remarquer qu'il se rencontre également dans les alcools tertiaires et les phénols. Il est donc légitime de chercher, par des réactions propres à déceler ces dernières fonctions, à caractériser la tautomérisation d'un desmotrope cétonique en desmotrope énolique.

Et, de fait, le *perchlorure de fer*, qui, avec les phénols, donne la coloration violette bien connue, fournit également la même réaction avec les énols. Avec ces derniers, on obtient, pour une faible quantité de réactif, une coloration bleuâtre qui vire au violet quand on augmente la dose de réactif. Ces colorations seraient dues à la formation de sels ferriques $R^2Fe^2Cl^4$ et $R^4Fe^2Cl^2$.

L'*anhydride acétique*, agent d'éthérification des alcools tertiaires et des phénols, permet également de reconnaître l'oxhydrile des desmotropes énoliques. Par son emploi, Nef[1] a pu obtenir le dérivé acétylé de l'éther acétylacétique $CH^3.C(O.CO.CH^3){:}CH.CO^2C^2H^5$, et Bredt[2] a démontré l'existence d'une forme lactonique de l'acide lévulique.

Les résultats de cette réaction, qui, au premier abord, paraissent absolument concluants, ne peuvent cependant être admis sans restriction, au moins en ce qui concerne l'éther acétylacétique. D'abord, on remarque que la proportion de cet éther transformée en dérivé monoacétylé est faible. Cela n'a rien de surprenant en soi, car le caractère alcoolique d'un groupement $\rightarrow$COH s'atténue rapidement à mesure que les radicaux auxquels il est attaché deviennent plus négatifs. J'ai montré ce fait en particulier pour l'acétol $CH^3.CO.CH^2OH$, dont la vitesse initiale d'éthérification s'éloigne considérablement de celle des alcools primaires et prend la valeur de celle qu'on observe pour les tertiaires. Mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que, dans la réaction de l'anhydride acétique sur l'éther acétylacétique, à côté du dérivé O-acétylé[3], $CH^3.C(O.CO.CH^3){:}CH.CO^2C^2H^5$, il se fait des quantités notables de dérivé C-acétylé, $CH^3.CO.CH(CO.CH^3).CO^2C^2H^5$ ([4]). Par conséquent, l'anhydride acétique n'est pas un réactif spécifique de la fonction alcool des énols, puisque son action peut également porter sur le CH^3 de la forme cétonique. Michaël fait, en outre, remarquer que, dans l'action des anhydrides ou des chlorures d'acides sur les combinaisons cétoniques, il peut se faire des dérivés d'addition dont la destruction donne naissance à un dérivé O-acétylé :

$$R.CO.CH^2R' \rightarrow R.C\begin{cases}OCOR_1\\H\\R'\\H\\O-COR_1\end{cases}C \rightarrow \begin{cases}RC\begin{cases}O-COR_1\\=CH-R'.\end{cases}\\+R_1.COOH.\end{cases}$$

Ce dernier argument ne prouve pas que l'éther acétylacétique ne soit pas tautomérisable, puisqu'il fournit un dérivé acétylé d'une structure différente de celle du composé générateur ; il prouve seulement qu'à l'état libre l'éther n'a pas la constitution énolique, malgré qu'il se combine avec l'anhydride acétique.

L'*isocyanate de phényle*, comme on le sait, réagit sur l'hydroxyle des alcools et des phénols, alors qu'il reste indifférent vis-à-vis du groupement cétonique. Goldschmidt et Meissler[5] ont, en conséquence, proposé d'utiliser ce réactif à la recherche de la fonction énolique et à sa différenciation de la

[1] Hantzsch : *Ber.*, t. XXII, p. 575 ; et t. XXXVIII, p. 998.

[1] *Liebig's Annalen*, t. CCLXXVI, p. 200.

[2] *Liebig's Annalen*, t. CCXXXVI, p. 225.

[3] D'après Claisen, on nomme O- dérivés ceux qui sont substitués à l'oxygène et correspondent à l'énol, et C- dérivés les autres dans lesquels le radical est attaché à l'atome de C du CH^2.

[4] *Liebig's Annalen*, t. CCLXXVIII, p. 223.

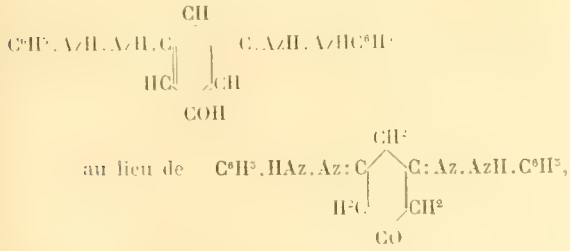
[5] *Ber.*, t. XXIII, p. 253.

fonction cétonique dans les tautomères. Cette proposition a soulevé de vives objections de la part de Michaël[1], qui considère les combinaisons de l'isocyanate de phényle avec les éthers β-cétoniques, non pas comme des éthers carbaniliques : $CH^3.C(O.CO.AzH.C^6H^5):CH.CO^2C^2H^5$, mais comme des anilides d'acides maloniques $CH^3.C(OH):C(CO.AzH.C^6H^5)CO^2C^2H^5$, et objecte que le fait, pour l'isocyanate, de se combiner avec l'éther acétylacétique sodé prouve bien que ce réactif n'est pas spécifique de l'oxhydrile. Goldschmidt[2] défend ses conclusions et prétend que, si son contradicteur a obtenu des résultats différents des siens, c'est qu'il a opéré avec de l'isocyanate contenant des traces d'alcali. Bref, la polémique ouverte entre les deux auteurs n'est pas encore close, et la question de spécificité de l'isocyanate de phényle vis-à-vis de l'oxhydrile n'est pas encore élucidée complètement.

J'ajouterai enfin que, dans certains cas, l'isocyanate de phényle fonctionne comme déshydratant, et se transforme uniquement en diphénylurée sans donner d'éther carbanilique. C'est en particulier ce qui se passe avec l'acétol[3], ou encore avec les acides, ainsi que l'a montré M. Haller[4].

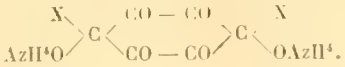
Jusqu'ici nous n'avons envisagé que les moyens de déceler la tautomérisation énolique des composés cétoniques et analogues ; il nous faut maintenant examiner le problème sous son autre face et considérer les procédés qui nous fourniront la preuve que ces composés peuvent exister sous les formes cétoniques ou aldéhydiques.

La *phénylhydrazine* et l'*hydroxylamine* sont les premiers réactifs auxquels on s'est adressé dans ce but. Malheureusement, ces réactifs, si précieux pour caractériser les fonctions aldéhydiques ou cétoniques isolées, perdent beaucoup de leur valeur quand on cherche à les utiliser à la reconnaissance de ces fonctions en association avec d'autres dans une molécule tautomérisable. C'est ce que Baeyer et ses collaborateurs[5] ont montré à propos de la phloroglucine, qui, en se combinant à la phénylhydrazine, donne non pas une hydrazone, mais un dérivé hydrazinique :



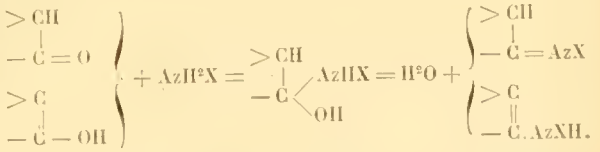
[1] *Ber.*, t. XXIX, p. 1794.
[2] *Ber.*, t. XXXVIII, p. 1096.
[3] Kling : Th. Fac. Sciences Paris, 1905.
[4] *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXI, p. 189.
[5] *Ber.*, t. XXIV, p. 2687, 2690, 2692.

et ce que Nef et Bœninger ont montré également à propos de l'action de l'hydroxylamine sur les polyphénols. Le quinone-dioxytéréphtalate d'éthyle, par exemple, en se combinant à $AzH^2.OH$, donnerait non pas une dioxime, mais un azonium :



L'*ammoniaque* et les *bases aromatiques* ont été également proposées pour différencier les groupements cétoniques et énoliques.

Mais, ainsi que le fait remarquer Wislicenus[1], les résultats obtenus en les employant sont indécis. Ces deux groupements, en effet, se combinent l'un et l'autre aux bases ammoniacales pour donner le même produit d'addition, qui, par des hydratations ultérieures, donnera tantôt un dérivé rattachable à la fonction cétonique, tantôt un autre dérivant de la fonction énolique :



Néanmoins Hantzsch[2], reprenant cette question sous une forme différente, a prouvé, en s'appuyant sur un grand nombre d'exemples, qu'en milieu *rigoureusement anhydre* le gaz ammoniac, réagissant à froid sur une dissolution benzénique d'un acide vrai, donne naissance à un sel ammoniacal, insoluble dans le benzène, qui se précipite immédiatement : $X.OH + AzH^3 = XOAzH^4$. Au contraire, en réagissant dans des conditions identiques sur la forme non oxhydrilée d'un corps tautomérisable, ce gaz ne peut former de sel ammoniacal insoluble dans le benzène, l'eau étant l'agent de tautomérisation nécessaire. Par exemple, dans le cas des bromamides ou des nitramides, on a : $R.C(:O)AzHBr + HOH = RC(OH)^2AzHBr \rightarrow RCO(AzH^4)AzBr$. Ce procédé confine de près à celui que nous avons décrit précédemment à propos de l'action des hydrates ou alcoolates métalliques sur les tautomères.

Nous signalerons enfin l'emploi des *composés organo-magnésiens*, qui permet parfois de différencier les fonctions cétoniques d'autres fonctions tautomères. Ainsi, l'acétol anhydre réagit sur le réactif de Grignard sous sa forme cétonique et non sous sa forme oxydrique[3], tandis qu'au contraire l'éther acétylacétique réagit uniquement comme un énol[4].

[1] Über Tautomerie. Vorträge A. 1897.
[2] *Ber.*, t. XXXII, p. 3066.
[3] Kling : *loc. cit.*
[4] Grignard : *An. Ph. Ch.* (1), t. XXVII, p. 548.

2. *Réactions décelant le changement de liaison.* — Fréquemment, au cours d'une tautomérisation, la migration moléculaire modifie le degré de saturation de deux éléments voisins; ainsi les cétols ne présentent que des liaisons simples, tandis que les énols présentent des liaisons doubles. Mais, lorsqu'on cherche, en pareil cas, à déceler *chimiquement* ce changement de liaison, on échoue généralement. C'est ce qui est arrivé à Geuther et à Brühl, qui ont bien constaté que les éthers β-cétoniques fixent du Br, mais qui n'ont pu isoler à l'état de pureté les produits d'addition ainsi obtenus.

3. *Réactions basées sur le changement de situation d'un atome d'H ou d'un radical qui lui est substitué.* — Nous ne ferons que signaler les modes de décomposition différents des modifications desmotropiques d'un même tautomère. Si, en effet, nous exceptons les recherches de MM. Bouveault et Bongert sur la décomposition des dérivés O - et C - substitués des éthers β-cétoniques par l'eau ou la potasse, nous pouvons dire qu'en général ce qui a été fait sur ce sujet est peu précis.

Au contraire, la substitution d'un radical acyle ou alcoyle à l'H d'un composé tautomérisable permet en général de déceler sa tautomérisation. Tantôt le produit de la substitution est un mélange, en parties inégales, des deux desmotropes substitués; tantôt il est constitué par un seul desmotrope, dont la structure est différente de celle du composé qui lui a donné naissance. Dans les substitutions des tautomères, les conditions de milieu influent profondément sur la direction de la substitution, ainsi que nous le verrons tout à l'heure.

Nous avons déjà dit que la substitution d'un atome métallique à l'H de certaines substances en provoquait la tautomérisation.

Nous ajouterons que, parmi tous les métaux, il en est un, l'argent, qui jouit de propriétés remarquables à ce point de vue. L'exemple du cyanure d'argent, donnant avec les iodures alcooliques, non pas un nitrile, mais une carbylamine, est classique, et les recherches de MM. Haller, Held et Blanc[1] ont également prouvé l'action tautomérisante de l'argent sur les éthers alcoyl-cyanacétiques. Ces derniers, traités par les chlorures d'acides, donnent soit des dérivés C, soit des dérivés O, suivant qu'on prend comme point de départ leurs sels alcalins ou argentiques; nous reviendrons ultérieurement sur ce point.

§ 2. — Méthodes physico-chimiques.

L'emploi des réactifs chimiques, nous l'avons dit, est seul légitime pour la reconnaissance de l'aptitude à la tautomérie, qui est un phénomène d'ordre chimique. Mais, par contre, une fois la tautomérie reconnue, c'est aux seules méthodes physico-chimiques qu'il appartiendra de nous renseigner sur la réelle fonction d'un desmotrope ou encore sur les proportions dans lesquelles deux desmotropes d'une même substance chimique coexistant en équilibre dynamique dans un mélange dit *allélotrope* (αλλελουη, mutuel; τροπος, changement). Dans ces deux cas, en effet, l'introduction d'un réactif quelconque est à proscrire rigoureusement, puisqu'elle a pour résultat de modifier soit la variété desmotropique, soit l'état d'équilibre à déterminer.

Le principe de l'emploi des méthodes physico-chimiques à la détermination de la constitution d'une substance est bien connu. Il consiste à étudier, sur des types de constitution non équivoque, les variations des diverses constantes physiques en fonction des changements de structure, de liaison, de fonction chimique qu'on y introduit, puis à utiliser ces résultats, obtenus par méthode déductive, pour fixer, par méthode inductive, les structures, liaisons ou fonctions de composés de constitution douteuse.

Il faut le dire tout de suite : l'application de ce principe est contestable lorsqu'on cherche à l'utiliser à propos de composés à fonctions multiples ou (ce qui en somme revient au même) à des composés à longue chaîne hydrocarbonée. C'est qu'en effet les lois de variations, qui ont été établies sur des cas simples, ne s'appliquent plus en toute rigueur quand on en étend l'application aux molécules à fonctions multiples. En un mot, les lois physico-chimiques ne sont que des lois approchées, d'un degré d'exactitude moindre que les lois physiques proprement dites.

Malgré ces critiques et quelques autres, de moindre importance, qui pourraient être faites, les méthodes physico-chimiques que nous allons passer en revue ont rendu un grand service à la question de la tautomérie.

1. *Méthodes physiques décelant le changement de fonction.* — Les variétés desmotropiques d'une même substance ont des *chaleurs de formation* et *de combustion* différentes. Dans certains cas, leurs différences sont très supérieures aux valeurs des erreurs d'expériences et permettent de rattacher un desmotrope à l'une ou l'autre des constitutions possibles. Guinchant[1] a appliqué cette méthode à l'étude de l'éther acétylacétique. Je ferai remarquer que plusieurs causes d'erreur peuvent intervenir pour fausser les résultats obtenus par ce procédé;

[1] *C. R. Ac. Sc.*

[1] Th. Fac. Sc. Paris, 1897.

ce sont : l'existence possible d'associations moléculaires et la faible valeur des différences à mesurer.

Il existe également toute une série de *méthodes électriques*, qui ont été principalement instituées pour déceler la création d'une fonction acide chez les substances énolisables. Leur application à l'étude des pseudo-acides a été exposée ici par M. Muller[1]; cette circonstance nous permettra de passer assez rapidement sur leur description. Ces méthodes permettent de déterminer les coefficients d'affinité et d'hydrolyse, que l'on compare à ceux que devraient avoir normalement le desmotrope oxhydrilé s'il existait en tant qu'énol à l'état anhydre, alors que réellement il ne se forme que peu à peu au contact de la solution.

Le *coefficient d'affinité* peut se déduire soit de la valeur de la chaleur de neutralisation, soit de celle du *coefficient de dissociation électrolytique*. D'après Hantzsch, lors de la neutralisation d'une base par un acide vrai, le rapport $\frac{k_{35}}{k_0}$ entre les valeurs du coefficient d'affinité à 35° et 0° est à peu près constant et voisin de 1. Au contraire, lorsqu'une substance subit la tautomérisation avant de prendre la forme acide, le rapport $\frac{k_{35}}{k_0}$ augmente et sa valeur est toujours supérieure à 2.

Dans la dissociation par l'eau d'un sel d'acide vrai, l'hydrolyse croît constamment avec la dilution, jusqu'à une certaine limite, et par conséquent la conductibilité augmente parallèlement. Il est évident que, lorsque la dissociation totale est réalisée, la conductibilité reste sensiblement constante par addition de nouvelles quantités de solvant. Avec les sels d'acides vrais, l'hydrolyse complète est atteinte pour le cas où une molécule est dissoute en 1.000 litres; en outre, pour un accroissement de dilution de 32 litres à 1.024 litres, la variation de conductibilité ne dépasse pas 10 ou 12 unités. Au contraire[2], dans le cas où intervient une tautomérisation préalable, l'accroissement de conductibilité, lorsqu'on passe de la dilution 32 à la dilution 1.024, est supérieur à 12.

De la connaissance de la constante d'affinité K, on peut déduire celle d'*hydrolyse* L. Pour les sels d'acides vrais, ces deux constantes sont inversement proportionnelles l'une à l'autre :

$$L \times K = C^0 = 1.$$

Mais, quand l'hydrolyse est accompagnée de tautomérisation, l'équation (1) n'est plus satisfaite et la valeur expérimentale de L est inférieure à celle qu'on calcule en supposant que l'acide du sel n'a pas subi de tautomérisation[1].

Enfin, la mesure des conductibilités des solutions alcalines de substances tautomères peut nous rendre encore d'autres services : En effet, la tautomérisation d'un desmotrope neutre en desmotrope acide, ainsi que nous l'avons signalé plus haut, peut n'être pas instantanée, même au contact de solutions alcalines, et, le cas échéant, la conductibilité d'une dissolution alcaline du desmotrope neutre s'accroît avec le temps[2].

Hantzsch, l'auteur de ces diverses méthodes d'investigation, ajoute[3] que, tandis que la conductibilité d'un acide vrai diminue rapidement par addition à sa solution aqueuse de quantités croissantes d'alcool, celle des pseudo-acides ou substances analogues diminue beaucoup moins vite.

Ces diverses méthodes comportent quelques critiques, que l'on trouvera formulées dans l'exposé de M. Muller. Je voudrais néanmoins faire remarquer que, pour les acides faibles qui ont été choisis comme ligne de démarcation entre les acides vrais et les pseudo-acides, l'incapacité absolue de subir la tautomérisation n'a pas été prouvée. De cette remarque, il résulte que les méthodes que nous venons d'indiquer ne permettent pas de nier que tel acide soit tautomérisable, que tel autre ne le soit pas ; elles nous fournissent seulement un moyen de classer les diverses combinaisons suivant leur plus ou moins grande aptitude à subir la tautomérisation : la limite entre les tautomérisables et les non tautomérisables est indécise.

Comme dernière méthode électrique, je signalerai celle, peu connue, de Drude[4]. Cet auteur a montré que, soumis à l'action des *courants à haute fréquence*, les corps présentent des absorptions normales ou anormales suivant qu'ils contiennent ou non un groupement oxhydrile. Bien que cette méthode d'investigation souffre des exceptions curieuses (H^2O se comporte normalement, alors que le naphtalène monobromé absorbe anormalement), elle a fourni, pour la plupart des énols, des résultats analogues à ceux obtenus avec les autres méthodes.

D'autres méthodes physiques permettent encore de déceler le changement de fonctions. Les expériences de Raoult, Auwers, Beckmann, etc., ont prouvé qu'en solution benzénique, la cryoscopie des combinaisons hydroxylées donne des résultats environ doubles de ceux obtenus dans d'autres solvants. Cette méthode, appliquée aux énols, a donné des résultats tantôt concordants, tantôt

[1] P. Th. Muller : Les pseudo-acides. *Rev. gén. Sciences*, 1905, p. 417.
[2] *Ber.*, t. XXXII, p. 3066.

[1] *Ber.*, t. XXXV, p. 210.
[2] *Ber.*, t. XXXII, p. 575.
[3] *Ber.*, t. XXXV, p. 210.
[4] *Wied. Ann.*, t. LX, p. 500

discordants avec ceux que fournissent les autres procédés.

Enfin, l'étude de la variation du *coefficient de solubilité* à permis à Lowry[1] d'étudier quelques cas de tautomérisation.

2. *Méthodes physico-chimiques décelant le changement de liaison.* — A. *méthodes non optiques.* — La détermination *du volume volumétrique* paraît, à première vue, être à même de caractériser l'existence d'une double liaison dans un énol. Malheureusement, les associations moléculaires présentées fréquemment par les tautomères rendent cette méthode inapplicable.

Nous rejetterons également la *méthode dilatométrique* de Giolitti[2], laquelle ne repose sur aucun principe solide et ne donne que des résultats indécis. La *méthode capillimétrique* de Schenck et Helienberger[3] est plus féconde en résultats. Elle constate les variations de l'énergie superficielle moléculaire consécutives à la tautomérisation. D'après

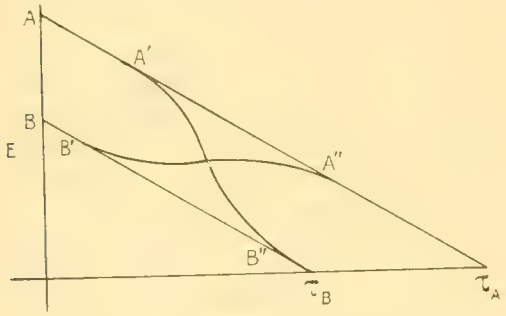


Fig. 1.

Ramsay, la valeur de cette énergie, pour les liquides, est fournie par l'expression :

$$E = \gamma(MV)^{\frac{2}{3}} = \gamma\left(\frac{M}{s}\right)^{\frac{2}{3}} \begin{cases} E = \text{énerg. mol. superf.,} \\ \gamma = \text{tension superficielle,} \\ M = \text{poids moléculaire,} \\ V = \text{volume spécifique,} \\ s = \text{densité.} \end{cases}$$

Pour les liquides ne subissant pas la tautomérie, cette énergie moléculaire superficielle varie en raison inverse de la température. La formule :

$$= k \times (\tau - t - d) \quad (1)$$

exprime cette loi ; dans cette formule, τ représente la température critique, t celle à laquelle est portée le liquide, d un terme correctif constant (5° environ). On voit donc que, pour un liquide non tautomérisable, la courbe représentative des variations de E par rapport à τ est une droite. Mais, si une tautomérisation intervient, à la température critique τ_A du desmotrope A se substitue peu à peu τ_B, celle du desmotrope B. Dans ce cas, on constate que la courbe représentative de E (fig. 1) quitte, pour une certaine température, la droite $AA'A''\tau_A$, se dirige sur la droite $BB'B''\tau_B$ et se confond ensuite avec elle. Or, inversement, cette méthode permet, non seulement de caractériser la tautomérisation, mais encore de déterminer les limites de température entre lesquelles peuvent coexister les deux variétés desmotropiques d'une même substance, et au delà desquelles chacun des desmotropes est à l'état de pureté. Afin de se mettre à l'abri des erreurs pouvant résulter des agrégations moléculaires, les auteurs recommandent d'opérer entre de larges limites de température. Si, aux températures basses, la valeur du coefficient K subit une diminution toujours constante, c'est qu'il y a association ; si, au contraire, K passe par un *minimum*, c'est qu'il y a tautomérie.

B. *Méthodes optiques.* — α) *Méthode spectrométrique.* On sait que le pouvoir réfringent moléculaire d'une molécule se compose additivement de la somme des pouvoirs des divers groupements atomiques et liaisons intervenant dans sa constitution. Brühl[4] a utilisé cette propriété à la recherche de la constitution des desmotropes. Soit, par exemple, une substance A, qu'il s'agit d'identifier avec l'un des deux desmotropes c ou e, l'un cétonique, l'autre énolique. On déterminera expérimentalement l'indice de réfraction moléculaire μ_A par rapport à une radiation déterminée et on le comparera aux indices μ_c et μ_e calculés pour le cétol et pour l'énol en se servant des modules déterminés par Conrady pour les divers éléments et liaisons multiples. Suivant que la valeur μ_A coïncidera avec celle de μ_c ou de μ_e ou qu'elle sera intermédiaire entre les deux, on conclura que A possède la constitution cétonique, énolique ou qu'elle est formée d'un mélange des deux formes.

Les mêmes déterminations pourront se faire en prenant le pouvoir dispersif moléculaire.

Les formules adoptées par Brühl pour le calcul des indices expérimentaux sont :

$$(1) \quad \mu = \frac{n^2-1}{n^2+2} \times \frac{M}{D} \text{ pour l'ind. de réf. mol.} \begin{cases} \mu = \text{p. réf. mol.;} \\ n = \text{indice expériment.;} \\ M = \text{poids moléculaire;} \\ D = \text{densité.} \end{cases}$$

$$(2) \quad \delta = \left(\frac{n_1^2-1}{n_1^2+2} - \frac{n_2^2-1}{n_2^2+2}\right)\frac{M}{D} \text{ pour le pouvoir dispersif.} \begin{cases} \delta = \text{p. dispersif;} \\ n_1 \text{ et } n_2, \text{ indice par rapport à deux régions différentes du spectre.} \end{cases}$$

Dans certains cas, l'emploi de la méthode des pouvoirs dispersifs est préférable à celui des indices moléculaires, car la valeur de δ est à peu près indépendante de la température, tandis que ce facteur

[1] *Chem. Soc.*, t. CLVI, p. 57.
[2] *Gaz. Ch. Ital.*, t. XXXIV, p. 208.
[3] *Ber.*, t. XXXVII, p. 3443.
[4] *Ber.*, t. XXVII, p. 2378.

influence notablement la valeur de μ; de plus, pour une même substance, la différence

$$\frac{\delta_c - \delta_e}{\delta_c}$$

est en général plus grande que

$$\frac{\mu_c - \mu_e}{\mu_c}.$$

En principe, les différences à mesurer sont suffisamment supérieures aux erreurs expérimentales pour que la méthode soit applicable. Ainsi, par exemple, entre les valeurs des indices de réfraction moléculaire des deux variétés cétonique et énolique de l'éther acétylacétique, il existe une différence de 0,94. Or, l'indice de réfraction peut être obtenu expérimentalement avec une approximation de une unité portant sur le chiffre de l'ordre de la quatrième décimale. Le calcul montre que, dans ce cas particulier, une erreur de 10^{-4} sur l'indice se traduit par une erreur de l'ordre 10^{-2} sur l'indice moléculaire, laquelle est, on le voit, négligeable par rapport à la différence à mesurer $9,4 \times 10^{-1}$.

Malheureusement cette méthode, si séduisante, est loin d'être irréprochable. Tout d'abord, l'approximation de μ décroît à mesure qu'augmente le facteur $\frac{M}{D}$ par lequel se trouve multipliée l'erreur absolue. En outre, les valeurs calculées pour les modules des groupements fonctionnels considérés dans des molécules à fonctions simples ne s'appliquent plus exactement aux cas où ces mêmes groupements sont associés à d'autres fonctions dans des molécules complexes. MM. Haller et Muller[1] ont démontré que la loi d'additivité de Brühl s'applique d'autant moins exactement à une molécule que celle-ci contient un plus grand nombre de radicaux négatifs. Et, plus récemment, M. Bauer[2] a fait ressortir que, de l'accumulation de ces radicaux électronégatifs dans une molécule, résulte pour celle-ci une exaltation du pouvoir réfringent. Naturellement, les mêmes critiques sont à adresser à la méthode des pouvoirs dispersifs.

L'une et l'autre de ces méthodes sont applicables aux substances liquides ou aux solutions des substances solides ou liquides. Mais, ainsi que nous le verrons plus loin, dans le cas où l'on opère sur des solutions, il n'est pas permis d'attribuer avec certitude à un composé non dissous la constitution qu'on lui a découverte en solution.

Une modification apportée à la méthode spectrométrique est celle qui a été indiquée par M. Muller[3] et utilisée ensuite par Brühl[4] sous le nom de *méthode spectrométrique différentielle*. Elle repose sur l'application de la constance de différence Δ entre la réfraction moléculaire des divers acides vrais en solution et celle de leurs sels de soude également dissous. Cette différence égale 1,6 environ. Mais, si la salification est précédée d'une tautomérisation, la différence Δ s'accroît et s'élève toujours au-dessus de la valeur 1,6.

β) *Pouvoir rotatoire*. Dans les dérivés acylés des éthers β-cétoniques, la forme cétonique contient un carbone asymétrique, tandis que la forme énolique en est dépourvue :

$$-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-\underset{\underset{R}{|}}{CH}- \qquad -C(OH)=\underset{\underset{R}{|}}{C}-.$$

La forme cétonique de ces éthers serait donc un mélange en quantités équivalentes des deux énantiomorphes, qu'on pourrait espérer séparer. Toutes les tentatives faites par M. Haller dans cette voie sont restées infructueuses. Néanmoins, M. Haller[1] a constaté que, pour les substances actives, telles que les alcoylcyanocamphres, la tautomérisation de la forme cétone en forme énol subie au cours de leur dissolution est décelée par un accroissement du pouvoir rotatoire. En outre, en collaboration avec M. Minguin[2], M. Haller a trouvé que, pour les substances tautomérisables dissoutes, le pouvoir rotatoire augmente avec le pouvoir ionisant, autrement dit tautomérisant, du dissolvant.

Un autre exemple bien connu est celui de la multirotation des sucres, dont la cause réside, comme on le sait depuis les recherches de Tanret, dans une tautomérisation.

La valeur *du pouvoir rotatoire magnétique*, c'est-à-dire du pouvoir rotatoire pris par toute substance lorsqu'on la place dans un champ magnétique suffisamment intense, est également influencée par la tautomérisation et permet de la déceler. Perkin senior[3], qui s'est beaucoup occupé de cette question, a établi une table d'incréments correspondant aux divers groupements fonctionnels. Il a pu, de la sorte, en opérant d'une façon analogue à celle que nous avons indiquée à propos de la méthode spectrométrique, calculer les valeurs des pouvoirs rotatoires magnétiques des dérivés desmotropes et les comparer à celles qu'il obtenait expérimentalement sur les substances qu'il voulait leur identifier. Cette méthode, édifiée avec le plus grand soin par Perkin, mérite pourtant des reproches analogues à ceux qui ont été adressés à la méthode de Brühl, car les différents incréments n'ont pas des valeurs rigoureusement constantes suivant qu'on les considère dans des molécules à faibles ou à

[1] *C. R.*, t. CXXVIII, p. 1370; *B. S. Ch.*, t. XXVII, p. 1014.
[2] Th. Fac. Nancy, 1904, p. 74.
[3] *C. R.*, t. CXXXIV, p. 664.
[4] *Zeit. f. p. Chem.*, [1], t. LI, p. 1.

[1] *C. R.*, t. CXXXVI, p. 789.
[2] *C. R.*, t. CXXXVI, p. 1525.
[3] *Ch. Soc. Tr.*, t. XLI, p. 338 et années suivantes.

forts poids moléculaires. Au reste, il ne faut pas oublier que les deux méthodes spectrométrique et de rotation magnétique se ramènent à l'observation, par des procédés différents, d'un même effet, qui est la modification apportée à la vitesse de propagation de la lumière à travers une substance lorsque celle-ci se tautomérise.

Absorption de la lumière ultra-violette. Les essais tentés par Magini[1] pour différencier les dérivés desmotropes par leur inégale capacité d'absorption des radiations ultra-violettes sont restés sans résultats. Par contre, reprenant cette question à la suite des travaux de Hartley et Huntingdon, MM. Baly et Duesch[2] sont arrivés à des résultats intéressants. Ils ont constaté que les substances desmotropes pures ne produisent pas de bandes d'absorption lorsqu'on les interpose sur le trajet des rayons ultra-violets et que les bandes n'apparaissent que dans un mélange de deux desmotropes *en train de se transformer l'un dans l'autre.* D'où les auteurs concluent que la méthode d'absorption des radiations ultra-violettes permet de caractériser un *état dynamique* des desmotropes et même, jusqu'à un certain point, de mesurer la *quantité de réaction* existant entre ceux-ci lorsqu'ils réalisent leur état d'équilibre.

J'ajouterai, pour terminer, qu'il a été fréquemment remarqué que, souvent, la tautomérie d'une substance est accompagnée d'un changement de coloration et que la plupart des substances fluorescentes sont des tautomères.

3. *Méthodes physico-chimiques permettant de déceler le changement de place d'un élément ou d'un radical.* — Rien de précis n'a été fait sur ce point.

4. *Conclusions.* — Le grand nombre de méthodes physiques qui ont été proposées pour caractériser les desmotropes tire sa raison de ce fait qu'il n'en est pas une seule qui soit infaillible.

Si nous cherchons, par exemple, à déterminer la constitution de l'éther acétylacétique pur, à la température ordinaire, les méthodes de la chaleur de combustion, de la chaleur de formation, de la cryoscopie, la méthode dilatomérique, la spectrométrique, celle de Drude, celle du pouvoir rotatoire magnétique concordent toutes pour en faire un composé cétonique ; seule, la méthode des volumes moléculaires fournit des résultats discordants, qui s'expliquent par l'intervention d'agrégations moléculaires. Il semblerait donc, en opérant uniquement sur cet exemple, que toutes les méthodes soient équivalentes au point de vue de l'exactitude et en parfaite concordance entre elles. Mais les résultats sont bien moins encourageants si l'on cherche à appliquer ces mêmes méthodes à d'autres combinaisons que l'éther acétylacétique, par exemple à l'acétylacétone, à laquelle certaines des méthodes précitées font attribuer la constitution d'un alcool cétonique $CH^3.C(OH):CH.CO.CH^3$, tandis que d'autres parmi ces méthodes en font un glycol $CH^3.C(OH):C:C(OH)CH^3$.

Il faut donc n'accepter les résultats d'une méthode physico-chimique qu'avec beaucoup de prudence, les contrôler par ceux qu'on obtient avec d'autres méthodes, et ne pas oublier que les constantes physiques dépendent d'un grand nombre de variables, parmi lesquelles il en est dont l'importance, négligeable dans certains cas, peut devenir très grande dans d'autres cas.

Dans une deuxième partie, nous indiquerons les principes de la classification des substances tautomères, et nous étudierons les causes et le mécanisme de la tautomérisation.

André Kling,
Docteur ès sciences,
Chef adjoint de travaux à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.

[1] *J. de Ch. Phys.*, t. II, p. 403.
[2] *Ch. Soc.*, t. LXXXV, 1029; t. LXXXXII, pp. 766, 1347.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Pionchon (J.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Grenoble.* — **Principes et formules de Trigonométrie rectiligne et sphérique.** — 1 *vol. de* 144 *pages.* (*Prix* : 5 *fr.*). *Gratier et Rey, éditeurs, Grenoble, et Gauthier-Villars, Paris.* 1907.

Cet ouvrage se place entre les « Cours » ou « Eléments » à l'usage des écoliers et les savants « Traités » pour les mathématiciens, à la fois plus complet que les premiers et ne contenant pas les développements, superflus pour le praticien, des seconds.

Les nombreuses sciences appliquées sont, en général, tributaires de ce qu'on peut appeler la « Géométrie quantitative », et la Trigonométrie est la base de cette étude, au moins pour les figures polygonales. D'où la nécessité d'avoir constamment recours à ses principes et formules, et le but du présent ouvrage est précisément de présenter les uns et les autres sous une forme à la fois simple et rigoureuse. C'est plus et mieux qu'un mémento, car aucune formule n'y figure sans le rappel tout au moins de la théorie correspondante. Citons spécialement l'étude des fonctions trigonométriques (l'auteur rompt de façon heureuse avec la dénomination inexacte de « lignes » trigonométriques), l'étude des grandeurs sinusoïdales, la méthode graphique de résolution des triangles sphériques (d'après M. d'Ocagne), enfin une application pratique des formules trigonométriques aux questions de maximum et de minimum géométriques.

E. Demolis,
Professeur à l'École Professionnelle de Genève.

Cambridge Tracts in Mathematics and Mathematical Physics.

N° 1. **Leathem** (J. C.), *Lecturer à Saint-Johns College, Cambridge.* — **Volume and Surface Integrals used in Physics.** — 1 *vol. in-8° de* 48 *pages.* *Prix* : 3 *fr.* 15.

N° 2. **Hardy** (G. H.), *Fellow of Trinity College, Cambridge.* — **The Integration of Functions of a single variable.** — 1 *vol. in-8° de* 53 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 15.)

N° 3. **Bromwich** (T. J. I'A.), *Professeur de Mathématiques au Queen's College de Galway.* — **Quadratic Forms and their classification by means of invariant factors.** — 1 *vol. in-8° de* 100 *pages.* (*Prix* : 4 *fr.* 40.)

N° 4. **Whitehead** (A. N.), *Fellow of Trinity College, Cambridge.* — **The Axioms of Projective Geometry.** — 1 *vol. in-8° de* 64 *pages.* (*Prix* 3 *fr.* 15.)

C. F. Clay, éditeur, Fetter Lane, Londres, 1905-1906.

La *Cambridge University Press* a commencé la publication d'une série de courts travaux sur divers sujets de Mathématiques pures et de Physique mathématique. Le but principal de cette entreprise est de contribuer à maintenir à un niveau élevé l'éducation mathématique en Angleterre, par l'infusion continue de méthodes nouvelles ou plus exactes et par la propagation des recherches mathématiques récentes. Le caractère général de ces petits traités est d'éclairer plutôt que d'épuiser les questions posées.

Quatre volumes de cette collection ont déjà paru. Dans le premier, M. J. C. Leathem étudie les intégrales de volume et de surface que l'on rencontre constamment en électricité et dans la théorie de l'attraction. Dans le second, M. G. H. Hardy expose les procédés d'intégration des fonctions d'une seule variable et montre que la solution de la plupart des problèmes élémentaires de ce domaine peut être cherchée dans une voie parfaitement définie et systématique. Dans le troisième, M. T. J. I'A. Bromwich traite la théorie des formes quadratiques d'après la méthode due en principe à Kronecker, qui permet une exposition très concise, qui se prête d'elle-même aux explications géométriques et qui est bien adaptée à la réduction des exemples numériques. Enfin, dans le quatrième, M. A. N. Whitehead étudie les axiomes de la Géométrie projective, en choisissant comme exemple un des nombreux systèmes possibles d'axiomes projectifs, sur lequel il base la discussion des diverses idées directrices de la Géométrie projective.

Cette Collection s'augmentera chaque année de quelques volumes nouveaux; ceux qui ont déjà été publiés nous font bien augurer de ceux qui suivront.

Sinigaglia (François), *Professeur à l'École supérieure polytechnique de Naples.* — **La Surchauffe, appliquée à la machine à vapeur d'eau.** (*Extrait des Actes du Congrès international de Liège, Section de Mécanique*). — *Une brochure in-8° de* 90 *pages. Imprimerie La Meuse, Liège,* 1906.

La surchauffe de la vapeur a fait l'objet de plusieurs savantes communications au Congrès de Liège : M. Sinigaglia a traité la question à un point de vue général, et l'étude très documentée qu'il en a faite a servi d'introduction aux mémoires plus spéciaux de ses collègues. Le sommaire des chapitres indique clairement la suite des matières traitées par le distingué professeur de Naples : I. La méthode de Hirn et l'invention de la surchauffe ; — II. Unités de mesure eu égard à la comparabilité des essais ; — III. Les moyens d'améliorer le rendement thermique des machines à vapeur ; — IV. Les surchauffeurs et les machines ; — V. Les machines demi-fixes et les locomobiles ; — VI. Les locomotives ; — VII. Les machines marines ; — VIII. Les turbines à vapeur ; — IX. Conclusions. M. Sinigaglia constate que le programme magistral de Hirn a été rempli, et il reporte sur le maître l'honneur des progrès accomplis à la suite des célèbres expériences du Logelbach. La surchauffe a déjà grandement amélioré le rendement des machines à vapeur : les progrès de la métallurgie permettront de faire mieux encore. Il reste assurément quelques questions de détail à régler, mais la démonstration théorique et pratique des avantages qu'on peut retirer de la surchauffe est faite complètement, et personne ne les conteste plus.

Aimé Witz,
Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.

2° Sciences physiques

Fabre (Ch.), *Docteur ès Sciences, Professeur adjoint à l'Université de Toulouse.* — **Traité pratique de Photographie stéréoscopique.** — 1 *vol. in-8° de* 205 *pages avec* 132 *figures.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1906.

Bien que l'invention du stéréoscope ait à peu près coïncidé avec celle de la photographie, c'est-à-dire avec celle d'une méthode permettant d'obtenir à coup sûr, et d'une manière systématique, les couples d'images dissemblables nécessaires à la perception du relief par voie binoculaire, la grande vogue dont cet instrument a joui au début n'a pas tardé à faiblir. La raison de cette sorte d'abandon est, sans doute, dans la complica-

tion relative des procédés photographiques d'autrefois, et peut-être aussi dans le choix primitif d'un format incommode rendant les appareils volumineux et encombrants pour les dimensions d'images à produire.

Les choses ont changé aujourd'hui. L'invention des plaques au gélatino-bromure a entraîné, tant dans les opérations que dans le matériel photographiques, des simplifications grâce auxquelles tout amateur de bonne volonté peut devenir un photographe au moins passable, et le nombre des adeptes de la stéréoscopie ne fait qu'augmenter chaque jour.

Bien que chacune des épreuves d'un couple binoculaire stéréoscopique ne soit qu'une épreuve photographique ordinaire, la nécessité de produire, simultanément dans la plupart des cas, les deux épreuves du couple, jointe à celle de l'emploi d'un appareil spécial pour leur observation, fait, en réalité, de la stéréoscopie une branche à part dans le domaine des opérations photographiques.

M. Ch. Fabre, dont les diverses publications ont déjà contribué, dans une large mesure, à l'extension de la photographie, vient de rassembler en un volume ce qui peut intéresser les amateurs de stéréoscopie.

L'ouvrage débute, tout naturellement, par l'étude des objectifs, qui doivent satisfaire à des conditions spéciales, puisqu'ils sont astreints à travailler simultanément par paires.

Vient ensuite l'examen des divers systèmes d'obturateurs et des chambres noires destinées à être utilisées avec le trépied classique, puis la description détaillée des appareils portatifs ou appareils à main du type « jumelles ». Ils sont aujourd'hui légion. Quelques-uns sont de véritables instruments de précision, permettant d'obtenir, avec autant de rapidité que de sûreté, des épreuves qui, malgré l'exiguïté de leur format, fournissent, à ceux qui les observent à l'aide d'un stéréoscope de foyer convenable, l'illusion des sites photographiés, avec leur relief et leurs dimensions véritables.

Les chapitres suivants sont consacrés aux modes d'emploi de ces appareils, à la production des clichés négatifs, au tirage des positifs. Sans être surchargés au point de dérouter le lecteur par une trop grande multiplicité de formules, ils contiennent de nombreux renseignements sur la manière de développer les épreuves, d'améliorer celles qui pourraient présenter quelques défauts, etc.

Un chapitre spécial donne les indications voulues pour permettre à chacun de préparer lui-même les surfaces sensibles destinées à l'impression des positifs sur verre. Ce chapitre rappelle aux amateurs qu'au lieu d'employer exclusivement les émulsions toutes faites des plaques commerciales actuelles, ils peuvent avoir intérêt à reprendre d'anciennes formules, dans lesquelles on retrouve l'emploi du collodion et de l'albumine, quelque peu délaissés aujourd'hui, mais grâce auxquels on obtient des épreuves d'une finesse à laquelle ne peuvent atteindre les émulsions gélatinées d'emploi courant.

Bien que les procédés de photographie en couleurs n'aient pas encore atteint la simplicité et le degré de perfection qu'on peut espérer pour l'avenir, ils donnent cependant, entre les mains d'opérateurs patients et soigneux, des résultats qui récompensent les efforts faits pour les obtenir. M. Ch. Fabre expose d'une manière simple la marche à suivre pour obtenir des stéréogrammes unissant le charme de la couleur à celui du relief.

Les principaux modèles de stéréoscopes sont ensuite étudiés. L'auteur termine en passant en revue les appareils de la catégorie des « stéréo-classeurs », qui rendent aujourd'hui si facile et si attrayante l'observation des collections de stéréogrammes, en évitant à l'observateur d'avoir à les manipuler un à un et en les faisant défiler automatiquement devant les oculaires stéréoscopiques, par la simple manœuvre d'un levier.

La publication de l'ouvrage de M. Ch. Fabre sera certainement bien accueillie par tous ceux qui s'adonnent à la photographie stéréoscopique et en font leur distraction favorite.

E. Colardeau,
Professeur de Physique au Collège Rollin.

Pécheux (H.), *Professeur à l'Ecole d'Arts et Métiers d'Aix.* — **Manipulations et mesures magnétiques et électriques.** — 1 *vol. in*-16 *de* 536 *pages.* (*Prix*: 6 *fr.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1907.

Cet ouvrage est un exposé sobre et clair des principales méthodes employées par les électriciens pour la mesure des grandeurs électriques, magnétiques et voltométriques.

L'auteur a cru avec raison ne devoir insister que sur les procédés les plus pratiques, ne nécessitant que des appareils courants que l'on trouve dans tout laboratoire industriel.

S'adressant à des élèves d'écoles industrielles, il a évité des descriptions encyclopédiques de méthodes plus ou moins compliquées, qui trouvent mieux leur place dans des livres plus savants.

R. Swyngedauw,
Professeur à la Faculté des Sciences de Lille.

Böckmann (Fr.). — **Le Celluloïd; camphre, cellulose, nitrocellulose, celluloïd.** *Ouvrage traduit de l'allemand et augmenté d'un chapitre sur la Soie artificielle, par* M. Gustave Klotz, *Ingénieur-chimiste.* — 1 *vol. in*-8° *de* 126 *pages avec* 53 *figures.* (*Prix* : 4 *fr.* 50.) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1906.

Le petit livre traduit par M. Gustave Klotz n'a pas grandes prétentions scientifiques, le sujet n'y prêtant guère d'ailleurs; mais il renferme des données intéressantes sur des préparations exécutées maintenant sur une assez grande échelle (formules de composition, apareillages, précautions à prendre, etc.). Les propriétés des matières décrites sont aussi présentées avec quelques détails. Nous serions cependant tenté de reprocher à l'auteur (Fr. Böckmann) d'avoir glissé un peu trop légèrement sur les dangers que peut présenter le celluloïd, surtout lorsqu'il est réuni en grande quantité, dangers spéciaux en cas d'incendie provenant de la rapidité avec laquelle le celluloïd se consume, danger résultant, pendant cette combustion, du dégagement abondant de vapeurs nitreuses capables d'empoisonner ceux qui luttent contre le feu, comme cela a été constaté à Berlin en 1903. Des catastrophes récentes ne rappellent que trop l'attention sur ces points.

On a signalé également des décompositions spontanées, l'attaque de pièces de cuivre transformées superficiellement en nitrate basique au contact de celluloïd, et des explosions auxquelles a pu contribuer la vaporisation rapide de dissolvants employés pour coller les objets. Tout cela mérite de ne pas passer inaperçu[1].

Le chapitre relatif à la soie artificielle, ajouté par M. Klotz, est traité dans le même esprit que le commencement de l'ouvrage. L'auteur passe en revue la soie Chardonnet, la soie au cuivre et la soie de viscose, en insistant aussi sur les autres applications de ce dernier produit. Il expose les avantages et les inconvénients des différentes fabrications. En parcourant ces pages, on regrette que des opérations aussi ingénieuses ne puissent encore conduire qu'à des articles de bazar d'une durée trop éphémère, comme le fait voir un petit tableau indiquant les solidités comparées des soies naturelles et artificielles sèches et mouillées (page 82). Il ne faut pas désespérer cependant de voir une amélioration se produire de ce côté; la soie artificielle pourrait alors devenir réellement pratique.

G. Arth,
Directeur de l'Institut chimique de Nancy.

[1] Voir *Zeit. für angew. Chem.*, 1906, p. 1377.

3° Sciences naturelles

Recueil de l'Institut botanique (*Université de Bruxelles*), *publié par* M. **L. Erréra**. *Tome I. — 1 vol. gr. in-4°.* (*Prix* : 25 *fr.*) *Lamertin, éditeur. Bruxelles*, 1906.

Ce Recueil a été fondé en 1902 par le regretté Léo Erréra. Le premier volume paru, portant le n° V, comprend les travaux de l'Institut botanique exécutés en 1901. Les publications antérieures devaient être réunies par la suite en volumes numérotés de I à IV.

C'est le premier de cette série qui vient d'être publié par les soins du dévoué continuateur d'Erréra, M. Massart. Il est consacré à l'étude du glycogène, de l'amidon et autres réserves non azotées chez les végétaux. La plupart de ces travaux sont déjà anciens; quelques-uns sont restés inachevés par suite de la mort de l'auteur; aussi allons-nous les résumer un peu plus brièvement que ceux contenus dans les autres volumes.

L. Erréra. — *L'épiplasme des Ascomycètes et le glycogène des végétaux* (pp. 1-68).

Ce travail est la thèse soutenue par l'auteur pour l'obtention du grade de docteur-agrégé. Il date de 1882. L'auteur y établit la présence du glycogène chez les végétaux, aussi bien dans les Phanérogames que dans les Champignons. Chez ces derniers, en particulier chez les Ascomycètes, le glycogène, d'abord diffus, s'accumule dans l'épiplasme des asques, d'où il disparaît à mesure de la maturation des spores; outre son caractère de réserve respiratoire, il semble jouer un rôle dans la formation de l'huile qui se trouve dans les spores de la Truffe, par exemple.

L. Erréra. — *Sur le glycogène chez les Mucorinées* (pp. 71-76).

Le glycogène est très répandu chez les Mucorinées, du moins quand la plante est vigoureuse : celles qui sont mal nourries n'en renferment presque pas.

L. Erréra. — *Sur le glycogène chez les Basidiomycètes* (pp. 77-123).

On peut déceler microchimiquement le glycogène au moyen d'une solution iodée à 1/450. Un très grand nombre de Basidiomycètes contiennent cette substance et l'auteur en donne une liste raisonnée. Le glycogène est, pour les Champignons, l'homologue de l'amidon des Phanérogames; la répartition et les migrations de ces deux corps accusent un parallélisme complet. Erréra pense que la forme du migration du glycogène est la mannite.

L. Erréra. — *Sur l'existence du glycogène dans la Levure de bière* (pp. 125-128).

La Levure est susceptible d'opérer la synthèse du glycogène au moyen des tartrates et des matières sucrées et de l'accumuler ensuite au titre de matière de réserve hydrocarbonée.

L. Erréra. — *Les réserves hydrocarbonées des Champignons* (pp. 29-131).

Il existe un parallélisme complet entre les réserves nutritives des Champignons et celles des autres plantes. De même qu'il y a des graines à huile, à amidon, à cellulose, il existe des sclérotes à huile, à glycogène, à cellulose.

E. Laurent. — *Recherches physiologiques sur les Levures* (pp. 135-200).

Les Levures de bière, de vin, de cidre et d'hydromel, ainsi qu'un grand nombre de formes-levures, peuvent former des réserves de glycogène aux dépens de nombreuses substances dont la liste est donnée.

Dans un moût sucré, la Levure peut accumuler une quantité de glycogène allant jusqu'au cinquième de son poids; ce glycogène sert à la fermentation alcoolique.

Des solutions trop concentrées d'acides, de sucres, d'alcools et de sels sont nuisibles au développement de la Levure, mais on peut habituer graduellement cet organisme à des doses de plus en plus fortes de ces produits. Cette manière d'être du Champignon vis-à-vis des matières salines se transmet à sa descendance.

G. Clautriau. — *Etude chimique du glycogène chez les Champignons et les Levures* (pp. 201-295).

Les glycogènes extraits des Champignons, des Levures et des animaux ont même composition chimique $[6(C^6H^{10}O^5) + H^2O]$, même pouvoir rotatoire, 189°18', mêmes propriétés chimico-physiques générales. Néanmoins, quelques différences très minimes, notamment dans l'aspect, la précipitation par l'alcool, l'action de l'iode, conduisent à admettre qu'il y a non pas un seul glycogène, mais un groupe du glycogène formé par une série de polymères $n\,[6(C^6H^{10}O^5) + H^2O]$.

N. Ensch. — *Le glycogène chez les Myxomycètes* (pp. 297-300).

La réaction du glycogène a été positive chez toutes les espèces examinées. Il fait défaut dans les spores qui contiennent de l'huile; il apparaît dès que le plasmode est constitué et augmente à mesure de l'évolution vers le stade sporange, mais il disparaît rapidement pendant la maturation des spores. Il est abondant dans les sclérotes.

G. Clautriau. — *Les réserves hydrocarbonées des Thallophytes* (pp. 301-315).

Ces réserves sont très variées : la présence de chlorophylle vraie est nécessaire à la formation d'amidon typique; lorsqu'une chromophylle vient se surajouter, il en résulte d'ordinaire une forme nouvelle d'hydrate de carbone; si toute plastide colorée disparaît, le glycogène remplace généralement l'amidon.

E. Laurent. — *Recherches expérimentales sur la formation de l'amidon dans les plantes aux dépens de solutions organiques* (pp. 317-341).

Sur une centaine de corps étudiés, sept seulement peuvent engendrer de l'amidon : la glycérine, le dextrose, le lévulose, le galactose, le saccharose, le lactose et le maltose.

On peut considérer comme n'ayant aucun effet sur l'amylogénèse les alcools monoatomiques, le glycol, les alcools tétratomiques et hexatomiques, les éthers, aldéhydes, corps gras, amines et amides, les composés aromatiques, les glucosides et les alcaloïdes.

L. Erréra. — *Glycogène et paraglycogène chez les végétaux* (pp. 343-379). (Notes posthumes publiées par M. Massart.)

L'auteur a décelé le glycogène dans un grand nombre de Champignons des divers groupes, ainsi que dans quelques Schizophytes et Rhizopodes (la liste en est donnée). Chez certains *Beggiatoa*, Sporozoaires et Flagellates, on rencontre du paraglycogène.

Ces notes sont complétées par un Index des fiches bibliographiques recueillies par Erréra sur la question du glycogène et du paraglycogène, ainsi que par 3 planches coloriées où sont réunis ses dessins relatifs à ce sujet (pp. 381-425 et 432-446).

Par une délicate attention, les continuateurs du grand savant disparu ont voulu perpétuer son souvenir en plaçant en tête de ce volume un magnifique portrait du maître, dont le savoir approfondi et l'affabilité cordiale resteront longtemps présents dans l'esprit de tous ceux qui l'ont connu.

L. Lutz.
Secrétaire général
de la Société botanique de France.

Bardou (Paul), *Licencié ès sciences naturelles, pharmacien supérieur.* — **Etude biochimique de quelques bactériacées thermophiles et de leur rôle dans la désintégration des matières organiques des eaux d'égouts.** — *Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille. Danel, éditeur. Lille*, 1906.

Les bactéries ont une température à laquelle elles se développent le mieux. Quelques espèces vivent de préférence au voisinage de 0°; la majorité se multiplie entre 20 et 40°. Enfin, les bactéries thermophiles prolifèrent avec plus de facilité aux températures élevées (60 à 80°).

Ces dernières se rencontrent en de nombreux endroits : dans le sol, dans l'intestin de l'homme et des animaux. Elles se trouvent non seulement sous les tropiques, mais également près des pôles.

M. Bardou a cherché à isoler quelques bactéries thermophiles des eaux d'égouts. Il s'est adressé aux fosses septiques installées par M. Calmette à la Madeleine pour l'épuration bactérienne des eaux d'égouts. Il y a constamment trouvé les quatre espèces qu'il désigne par les lettres α, β, γ et δ. L'auteur a étudié très consciencieusement la morphologie et la biologie de ces microbes thermophiles. On trouvera dans cette thèse quelques renseignements utiles concernant l'histoire de ces espèces. C'est un travail de longue haleine et très intéressant; mais on regrette que l'auteur n'ait pas su se limiter en n'étudiant, d'une façon un peu détaillée, qu'une seule de ces espèces. Il nous aurait dit comment disparaissait une partie de l'azote de ses cultures, la nature et la proportion des gaz qui se dégage. D'autre part, M. Bardou, qui a travaillé à l'Institut Pasteur de Lille, n'ignore pas que les procédés biologiques d'épuration des eaux d'égouts ne seront véritablement pratiques que le jour où l'on aura très nettement démontré que la solubilisation des boues qui se déposent dans la fosse septique est à peu près complète. Le rôle des bactéries thermophiles dans ce phénomène est peut-être important! Malheureusement, l'auteur ne s'en est pas préoccupé. Peut-être M. Bardou compte-t-il poursuivre ces études? Nous attendons alors avec curiosité l'étude détaillée de l'action de ces bactériacées sur la solubilisation des boues déposées dans la fosse septique. Le travail de M. Bardou, ainsi complété, contribuera à l'amélioration de l'hygiène des villes, pour lesquelles l'épuration des eaux d'égouts est un des plus importants problèmes qui se posent.

F. Diénert,
Docteur ès sciences.
Chef du Service de surveillance des Sources de la ville de Paris.

4° Sciences médicales

Regnault (Dr Félix), *Lauréat de l'Académie des Sciences, Professeur au Collège libre des Sciences sociales.* — **L'évolution de la prostitution.** — 1 *vol. in-18 de 354 pages. (Prix : 3 fr. 50.) E. Flammarion, éditeurs. Paris*, 1906.

Morhardt (Dr P.-E.). — **Les maladies vénériennes et la règlementation de la prostitution au point de vue d'hygiène sociale.** — 1 *vol. in-8° de 216 pages. (Prix : 5 francs.) O. Doin, éditeur. Paris*, 1906.

Dans le livre de M. Regnault, la prostitution est envisagée à tous ses points de vue, si différents : ethnographique, historique, médical, hygiénique et social. Mais, à l'inverse des ouvrages analogues qui, en étudiant l'évolution de la prostitution, restent confinés dans le passé, celui de M. Regnault s'occupe surtout de la transformation qui s'opère de nos jours. Voici, dans cet ordre d'idées, les principaux faits qu'il note :

Les maisons publiques tendent à disparaître aujourd'hui, et la diminution de leur nombre, aussi bien en France que dans tous les autres pays, semble devoir être attribuée à un changement survenu dans les mœurs. Les lois empêchent actuellement les tenanciers de se livrer à la traite des blanches. Ils ne peuvent prendre que des filles majeures, par suite non aptes à la servitude. Aussi les maisons fermées se transforment-elles en maisons de rendez-vous, où la fille, plus libre, n'est plus logée et où elle participe aux recettes. Fait curieux : l'état sanitaire des maisons fermées et des maisons de rendez-vous s'est beaucoup amélioré et la syphilis y devient rare. D'après M. Regnault, ce fait serait dû à ce que ces établissements sont tenus aujourd'hui de ne prendre que des filles majeures. Or, les prostituées contractent presque toutes la syphilis au début de leur carrière, et elles débutent mineures. Aussi sont-elles, en général, vaccinées quand elles entrent majeures en maison.

En ce qui concerne la réglementation de la prostitution, fortement attaquée en ce moment, M. Regnault ne s'en montre pas très enthousiaste. Le système de réglementation qui lui paraît le mieux compris est celui qui fonctionne en Norvège et au Danemark. Dans ces deux pays, les prostituées sont régies par la loi commune. Les mesures sanitaires prises vis-à-vis des vénériennes sont les mêmes qu'on prend en face des autres malades contagieux. C'est le médecin ou la commission sanitaire qui est chargé de faire respecter la loi, et la police est à ses ordres. Partant, plus de souveraineté policière, plus de mise en carte, plus d'inscriptions arbitraires, plus d'hôpital-prison. Comme tout vénérien des deux sexes, la prostituée est obligée de se soigner à domicile ou à l'hôpital. Elle y est internée d'office, si elle constitue un danger social, et ne peut en sortir qu'avec l'autorisation du médecin.

C'est encore à cette question de la réglementation qu'est consacrée une grande partie du livre de M. Morhardt.

Après une étude très détaillée et strictement médicale de la syphilis et de la blennorragie, M. Morhardt cite un nombre considérable de faits et de statistiques dont l'étude critique aboutit à cette conclusion, que l'utilité de la réglementation est loin d'être démontrée. Pour lui, les prostituées sont craintes dans la mesure où les maladies vénériennes le sont elles-mêmes, et c'est précisément cette crainte qui agit comme un moyen de prophylaxie. Tout système de réglementation qui diminuerait cette crainte, laquelle est un moyen prophylactique, aurait donc pour résultat d'enrayer la diminution des maladies vénériennes. Par là, le résultat de la réglementation tend à devenir négatif, car les résultats qu'elle pourrait amener par ailleurs sont neutralisés par l'assurance — fausse le plus souvent — qu'elle donne de ne pas contracter une maladie vénérienne. Et l'utilité de la réglementation étant ainsi mise en doute, M. Morhardt estime que ce système perd ainsi toute sa raison d'être.

Dr R. Romme,
Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris.

5° Sciences diverses

De La Sante (Le P. Xavier), *S. J., Professeur de Rhétorique au Collège Louis-le-Grand.* — **Ferrum**, *poème latin écrit en 1717, traduit en vers français par* M. F. Osmond, *Ingénieur métallurgiste. Vendu au profit de la Société de Secours des Amis des Sciences, chez le traducteur, 83, boulevard de Courcelles, Paris.*

Les bibliophiles et les curieux d'histoire des Sciences nous sauront gré de leur signaler cette élégante plaquette, traduction, par un savant métallurgiste doublé d'un délicat lettré, du poème écrit en l'honneur du Fer par un jésuite qui fut le professeur de Turgot et d'Helvétius. Il nous suffit de dire que la traduction de M. Osmond est vendue au profit de la Société de Secours des Amis des Sciences.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 11 Mars 1907.

M. **Jules Tannery** est élu membre libre de l'Académie, en remplacement de M. P. Brouardel. — M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de M. **F.-J. Herrgott**, Correspondant de l'Académie pour la Section de Médecine et Chirurgie.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Kœnigs** étudie les déformations élastiques qui laissent invariables les longueurs d'une triple infinité de lignes droites. — MM. **Crussard** et **Jouguet** appliquent leurs recherches sur les ondes de choc et de combustion à l'étude de la stabilité de l'onde explosive. — M. **Giacobini** a découvert le 9 mars, à l'Observatoire de Nice, une nouvelle comète; c'est une nébulosité d'aspect rond, de 20″ de diamètre, avec un noyau de 11e grandeur. — M. **H. Deslandres** précise quelques détails de construction et d'emploi de son spectrohéliographe.

2° Sciences physiques. — M. **Maurice de Broglie** montre que la présence des centres de faible mobilité dans les gaz issus des flammes paraît liée à la production dans la flamme de produits solides ou liquides ou à la présence des centres existant antérieurement à l'état normal dans l'air atmosphérique. — M. **Eug. Demole**, en plongeant une plaque impressionnée dans une solution de ferricyanure de K et la développant ensuite, a constaté que les effets d'une surexposition sont abolis et que l'image peut être renversée si on la développe en lumière blanche. Ces faits paraissent attribuables à la formation d'un oxybromure d'Ag. — M. M. **François** est parvenu à séparer l'ammoniaque des amines volatiles en traitant le mélange par HgO jaune, qui se combine à AzH^3 pour former un oxyde ammonio-mercurique et ne réagit pas sur les secondes. — M. **N. Gréhant** présente un eudiomètre-grisoumètre qui permet de doser très exactement de petites quantités de formène dans l'air des mines. — M. **L. Henry**, en déshydratant le diméthylisopropylcarbinol $(CH^3)^2C(OH).CH(CH^3)^2$ par chauffage avec l'anhydride acétique, a obtenu du méthylisopropyléthylène — 1 : 1, $CH^2 : C(CH^3).CH(CH^3)^2$, Eb. 56°-58°, et du tétraméthyléthylène $(CH^3)^2C : C(CH^3)^2$, Eb. 72°-73°. — MM. **E.-E. Blaise** et **M. Maire** ont constaté que les cétones β-chloréthylées et vinylées réagissent facilement sur les dérivés sodés, tels que l'éther acétylacétique sodé ou l'acétylacétone sodée, pour donner des combinaisons cycliques. — M. **A. Wahl**, en faisant réagir la phénylhydrazine sur le benzoylglyoxylate d'éthyle, a obtenu une hydrazone $C^6H^5.CO.C(:Az.AzH.C^6H^5).CO^2C^2H^5$, identique avec l'azoïque dérivé de l'éther benzoylacétique, ce qui démontre la constitution de ce dernier. — MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey** ont retiré des graines du *Strychnos Bakanko* de Madagascar un nouveau glucoside, la bakankosine, lévogyre, hydrolysable par l'émulsine en donnant du *d*-glucose. — MM. **E. Kayser** et **H. Marchand** ont observé que l'addition de sels de manganèse au moût sucré a pour effet de pousser beaucoup plus loin la fermentation alcoolique.

3° Sciences naturelles. — M. **R. Robinson** signale l'existence d'une formation osseuse sous forme d'épine existant sur le bord supérieur des lames des trois dernières vertèbres dorsales chez l'homme. — M. **A. Laveran** donne les résultats de la détermination d'un certain nombre de mouches piquantes rapportées de l'Afrique intertropicale. — MM. **W. Lubimenko** et **A. Maige** ont étudié au point de vue cytologique le développement des cellules-mères du pollen de *Nymphea alba* et de *Nuphar luteum*. — M. **G. Lapie** montre que la végétation forestière présente, dans la Kabylie occidentale, des zones végétales bien caractérisées (zone du chêne-liège, du chêne vert et du cèdre), nettement en relation avec les conditions climatologiques, topographiques et édaphiques des diverses parties de cette région. — M. **N. Jacobesco** a observé sur des vieux troncs de chêne de Roumanie des tumeurs occupant l'emplacement d'une branche morte ou d'un bourgeon dormant blessé. Elles sont dues à des champignons ascomycètes, dont les tissus se sont substitués à ceux de l'arbre : il y a là une sorte de pseudo-morphose végétale. — MM. **R. Nicklès** et **H. Joly** ont mis en évidence, dans le nord du département de Meurthe-et-Moselle, l'existence de deux failles très importantes, de direction hercynienne, orientées du N.-E. au S.-W. Dans l'étendue comprise entre ces failles, les couches secondaires sont affectées par une allure en dômes et en cuvettes.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 16 Mars 1907.

Mlle **von Linden** pense que, si MM. Dubois et Couvreur n'ont pu reproduire ses expériences d'absorption de CO^2 par les chrysalides de Lépidoptères, c'est qu'ils se sont servis d'une atmosphère trop sèche. — M. M. **Doyon** et **Cl. Gautier** ont constaté que la ligature des artères du foie détermine fatalement des accidents convulsifs. — M. **Ch. Lesieur** montre que le tabagisme expérimental est caractérisé, à l'état aigu, par des convulsions épileptiques suivies de paralysie et de somnolence, et à l'état chronique par des lésions athéromateuses de l'aorte. La dénicotinisation du tabac empêche ces effets. — M. **J.-J. Vassal** a pu conférer aux Bovidés des races d'Annam, très sensibles à la pasteurellose, une immunité solide par les toxines. — MM. **H. Bierry** et **Giaja** ont observé que le suc pancréatique dialysé sur sac de collodion en présence d'eau distillée perd tout pouvoir sur l'amidon et le maltose; il le recouvre par addition d'un électrolyte convenable. — M. **H. Bierry** a étudié l'amylase du suc pancréatique de sécrétine. — M. **R. Dubois** a observé la formation du pigment dans les vacuolides de la glande à pourpre du *Murex brandaris*. — M. **G. Rosenthal** est parvenu à rendre aérobie le bacille du tétanos; il tend alors à devenir immobile. — M. **A. Combault** montre que les glandes calcifères des Lombrics sont de véritables branchies, les concrétions calcaires n'étant que le résultat du dégagement de CO^2. — MM. **G. Delamare** et **P. Lecène** ont constaté la présence de lécithine dans le tissu des hypernéphromes, argument en faveur de l'origine surrénale de ces tumeurs. — MM. **E. Sergent** et **E.-L. Trouessart** ont découvert un nouveau type de Sarcoptide, le *Myialges anchora*, vivant en parasite sur une mouche, la *Lynchia maura*, qui parasite elle-même le pigeon en Algérie. — MM. **Alglave** et **Ed. Retterer** montrent que, dans la phlébectasie, l'hypertrophie des tuniques précède leur dilatation. — M. **Ch.-A. François-Franck** a étudié, par la chronophotographie, le trajet du courant de l'eau à travers la chambre respiratoire des animaux aquatiques. — M. **E. Suchard** a constaté, dans le système veineux de la *Rana esculenta*, la présence de valvules sigmoïdes très nombreuses, comparables à celles des Mammifères. — M. **M. Hanriot** a observé que tous les poissons, surtout ceux d'eau douce, sont très sensibles à l'action de la téphrosine, dissoute dans l'eau où ils vivent. — M. **Ed. Retterer** a reconnu que les tubes

collecteurs et sécréteurs du rein sont produits par le bourgeonnement de l'épithélium du canal rénal. — M. A. **Netter** signale les bons effets des sels de calcium dans le traitement de l'urticaire, de l'œdème aigu, des engelures et du prurit. — MM. J. **Foucaud** et G. **Chamagne** ont constaté que toutes les eaux de Châtel-Guyon contiennent des colloïdes électro-négatifs. — Mlle L. **Fassin** a observé une augmentation de la teneur du sérum en alexine à la suite de l'ingestion de corps thyroïde. — MM. L. **Salinat** et G. **Chamagne** ont reconnu que toutes les eaux de Vichy, à l'exception de l'eau des Célestins, contiennent des colloïdes électro-négatifs. — M. J. **Baylac** persiste à croire que les accidents gastro-intestinaux provoqués par les huîtres sont généralement le résultat d'une intoxication due à leur altération. — M. G. **Bohn** a observé l'existence d'un rythme nycthéméral chez les Actinies. — M. A. **Besredka** propose de doser la toxicité des sérums thérapeutiques par injection intracérébrale chez le cobaye. — M. L. **Perrier** a étudié la structure de la spore du *Sarcocystis tenella* du mouton et de la chèvre; il en déduit que les Sarcosporidies doivent être placées à côté des Coccidies-Grégarines. — M. G. **Froin** montre que la diapédèse leucocytaire dans la pleurésie et la méningite tuberculeuses est due à l'action chimiotactique des globules rouges extravasés et détruits dans les liquides tuberculeux. — M. P. **Salmon** a constaté que l'arsenic, sous forme d'atoxyl, est un médicament spécifique pour la syphilis. — M. E. **Maurel** montre que la lapine pleine ingère plus d'aliments ternaires qu'elle n'en a normalement besoin et que le surplus sert en grande partie à la constitution du fœtus. — M. L. **Launoy** a reconnu que les chlorures des métaux bivalents favorisent l'autolyse aseptique du foie de lapin. — M. H. **Lams** a observé que l'éosinophilie, au cours de la plupart des infections, est un indice de convalescence et constitue un pronostic favorable. — M. E. **Fouard** : Sur un mécanisme de coagulation des colloïdes organiques (voir p. 256). — M. Ph. **Eisenberg** a observé que le vibrion septique et le bacille du charbon symptomatique peuvent sécréter *in vivo* et *in vitro* une leucocidine. — M. H. **Iscovesco** a employé les métaux colloïdaux électriques à petits grains dans un certain nombre de maladies infectieuses et a obtenu toujours de bons résultats, sauf dans la tuberculose pulmonaire. — M. A. **Ranc** montre que la bilirubine et ses dérivés sont les seuls constituants colorés du plasma de cheval.

M. H. **Hérissey** est élu membre titulaire de la Société.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 8 Mars 1907.

M. **Brissemoret** a envoyé une note sur une réaction colorée des tanoïdes. — M. V. **Auger** a fait réagir en tube scellé l'iodoforme sur le bichlorure de mercure, en solution méthylique. Il a obtenu un mélange d'oxyde, iodure et formiate de méthyle. En opérant avec l'iodoforme et l'alcool méthylique à 140°, il se forme de l'oxyde et de l'iodure de méthyle, de l'iodure de méthylène et de l'acide carbonique. La série de réactions, dans ce cas, pourra s'exprimer par :

$$1 \qquad HCI^3 + 3\,CH^3OH = HCO^2CH^3 + (CH^3)^2O + 3\,HI;$$
$$2 \qquad HCI^3 + HI = CH^2I^2 + 2\,I;$$
$$3 \qquad HCO^2CH^3 + 2\,I = CO^2 + CH^3I + HI.$$

En distillant un mélange d'iodoforme et de $HgCl^2$, on obtient, en même temps que le produit connu $HCICl^2$, un nouveau composé HCI^2Cl, bouillant vers 160° environ, cristallisant dans un mélange réfrigérant et fusible à — 4°. Il continue l'étude de cette substance. — M. **Gabriel Bertrand** a trouvé, en faisant l'analyse d'un médicament secret, composé essentiellement de julep gommeux et de 1 millième de sulfate de strychnine, que la strychnine est extraite en totalité, à l'état de sulfate, par l'agitation du liquide acide avec du chloroforme. L'extraction est si complète qu'on ne trouve plus ensuite d'alcaloïde quand on agite le milieu alcalinisé. — M. L. **Bouveault** expose les résultats préliminaires de ses recherches sur la condensation des acyloïnes avec l'éther acétique.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 Février 1907.

M. W. B. **Tuck** montre, par l'examen spectroscopique, que les composés *p*-hydroxyazoïques à l'état libre ont la constitution de dérivés azoïques; il en est de même des éthers des composés *o*-hydroxyazoïques, mais les dérivés benzoylés ont la constitution de quinones-hydrazones. — MM. Th. S. **Patterson** et A. **Mc Millan** décrivent une nouvelle méthode pour l'étude des changements intra-moléculaires. — M. G. **Senter** a constaté que la décomposition hydrolytique de l'acide monochloracétique par l'eau chaude, suivant l'équation $CH^2Cl.CO^2H + H^2O = CH^2OH.CO^2H + HCl$, est strictement monomoléculaire jusqu'à une solution binormale. La décomposition du monochloracétate de soude par l'eau n'est monomoléculaire qu'en solution diluée. L'action de la soude sur le monochloracétate de sodium, d'après l'équation $CH^2Cl.CO^2Na + NaOH = CH^2OH.CO^2Na + NaCl$, procède environ dix fois plus rapidement que le changement correspondant en solution aqueuse. La vitesse de réaction en présence d'alcalis est donc accélérée par les sels neutres, tels que NaCl. — MM. A. D. **Hall** et C. Th. **Gimingham** ont étudié l'action des sels d'ammonium sur les principaux constituants du sol. Il y a, en général, enlèvement d'AzH^3 de la solution, lequel est remplacé par des quantités équivalentes de Ca, Mg et K; il n'y a pas de développement d'acidité. — M. J. C. **Irvine** et Mlle A. M. **Moodie** ont transformé l'*o*-diméthoxybenzoïne en hydrobenzoïne; cette dernière, réduite par le procédé de Baeyer, fournit le *p*-diméthyltolane. L'anisoïne, dans les mêmes conditions, donne de la déoxyanisoïne et du stilbène. — M. A. G. **Perkin**, poursuivant ses recherches sur les constituants de l'indigo naturel, y a trouvé constamment du camphérol, existant dans la plante sous forme de glucoside qui doit être hydrolysé au cours du traitement sulfurique. — M. J. C. **Crocker** a déterminé la vitesse d'hydrolyse des amides aliphatiques par HCl. Les réactions sont bimoléculaires et suivent la relation $K = 1/\alpha(1/C - 1/C_0)$, où α est le degré de dissociation de HCl. — M. W. R. **Dunstan** n'a pu confirmer les résultats de G. T. Moody d'après lesquels le fer ne peut se rouiller en l'absence de CO^2. — M. M. **Esposito** a obtenu le lanthane, le praséodyme et le néodyme à un état de grande pureté après 110 cristallisations fractionnées de leurs nitrates doubles avec l'ammonium. — MM. W. **Caldwell** et E. A. **Werner** ont constaté que, lorsque le dichlorure d'iodobenzène est chauffé, il se décompose entre 112° et 136° en fournissant du *p*-chloroiodobenzène. Les dichlorures d'*o*- et *p*-iodonitrobenzène, dans les mêmes conditions, perdent leur Cl, tandis que le dérivé *m*- fournit un composé substitué. — M. W. J. **Young** a cherché à déterminer la nature du composé phospho-organique qui se forme quand on ajoute un phosphate soluble à un mélange en fermentation de jus de levure et de glucose, composé qui accélère le dégagement de CO^2. Ce composé peut être précipité à l'état de sel de plomb, de formule $C^3H^5O^6PPb$. Il est hydrolysé en acide phosphorique et en une substance réductrice dextrogyre. — MM. W. H. **Perkin jun.** et G. **Tattersall** ont préparé le *m*-cinéol par action de CH^3MgI sur l'acide éthylcyclohexanone-3-carboxylique.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 25 Janvier 1907.

MM. G.-C. **Schmidt** et W. **Hechler** présentent une Note sur la *conductivité électrique des vapeurs salines*. Suivant l'opinion des anciens physiciens, les vapeurs et les gaz, au delà de la température d'incandescence,

seraient dénués de toute conductivité électrique. Les travaux récents font voir, au contraire, que cette proposition, dans le cas, du moins, de l'air atmosphérique, est loin d'être vraie, l'air présentant toujours une certaine conductivité, faible à la vérité. Or, les auteurs étudient la question de savoir si les vapeurs de certaines substances organiques et inorganiques présentent des phénomènes analogues à l'air atmosphérique. Ils constatent que beaucoup d'entre elles, même a des températures relativement basses, sont extrêmement bonnes conductrices. Il convient, donc, de distinguer deux classes de vapeurs : celles appartenant à la première ne conduiraient point l'électricité après fusion ou sublimation, tandis que celles de l'autre seraient bonnes conductrices dans ces conditions. La première classe comprend la plupart des substances organiques et certains composés inorganiques. Les mesures quantitatives jusqu'ici faites sur le CdI^2 font voir que la conduction de l'électricité dans cette vapeur suit la loi d'Ohm. — **M. F. Dessauer** présente une Note préliminaire au sujet d'*un nouvel emploi des rayons Roentgen*. Depuis quelques années, les rayons X, qui autrefois étaient employés exclusivement pour les usages diagnostiques, trouvent des emplois thérapeutiques immédiats. Les effets en question exercés par les rayons X sont loin d'être parfaitement élucidés ; cependant, il paraît bien établi que les cellules pathologiques, riches en protoplasma, succombent les premières sous leur action, tandis que les cellules organiques, mûres et saines, leur opposent une résistance plus efficace. Quoi qu'il en soit, la thérapeutique des rayons Roentgen se trouve en défaut toutes les fois qu'il s'agit de processus morbides localisés à une certaine profondeur. L'auteur désigne, sous le nom d' « énergie thérapeutique » ou « énergie physiologique » des rayons X, leur puissance d'action sur la cellule. Cette énergie semble être, en général, proportionnelle à la puissance chimique des rayons X ; elle s'exerce à la surface avec une intensité cent fois plus grande qu'à une profondeur de 5 millimètres. Cette décroissance rapide pour des profondeurs croissantes explique l'inefficacité des méthodes roentgénographiques dans toutes les affections profondes. L'auteur en attribue la raison aux dispositifs mêmes dont on se sert dans ces expériences et qui, en général, comprennent une bobine d'induction avec son interrupteur. Aussi il conseille d'abandonner complètement ces dispositifs. Lorsque l'anticathode, origine de la majeure partie des rayons, n'est située qu'à environ 20 centimètres de la peau, l'énergie physiologique du rayonnement ne peut évidemment guère s'exercer qu'à la surface de la peau, les rayons les plus doux (qui, dans ce cas, sont les plus énergiques) étant précisément absorbés dans la couche superficielle de la peau. D'autre part, les effets, comme on le sait, diminuent en raison directe du carré de la distance. Il s'agissait donc de trouver un dispositif assurant un rayonnement sensiblement homogène. Or, pour que le rayonnement reçu par un corps soit homogène, les distances en profondeur doivent être négligeables en comparaison de la distance de la source des rayons ; d'autre part, le rayonnement X doit être aussi homogène que possible et d'un pouvoir de pénétration extraordinaire, pour que l'absorption soit sensiblement homogène dans toute la région intéressée. Voici le dispositif imaginé par l'auteur : Dans une salle au plancher d'une superficie d'environ 20 mètres carrés et d'une hauteur de 4 à 5 mètres, on dispose au plafond, sur des supports isolants, deux ampoules ou un nombre plus grand d'ampoules Roentgen. Ces dernières, très dures, fournissent un rayonnement d'une pénétration énorme, dont on ne peut guère déterminer le pouvoir de pénétration à l'aide de l'échelle courante de Wehnelt. Le rayonnement, qui est un rayonnement secondaire presque pur, peut être considéré comme homogène à proximité du plancher de cette salle, produisant une fluorescence uniforme de l'écran lumineux et ne décelant guère de différence entre la chair et les os de la main. Parmi les effets constatés sous l'action de ce dispositif, il convient de mentionner l'électrisation énorme à laquelle le corps se trouve soumis dans une salle pareille. Le dispositif décrit ci-dessus trouvera sans doute d'intéressants emplois en médecine. — **M. G. von Ubissch** a fait des recherches sur le galvanomètre comme instrument de zéro, dans les mesures de courants alternatifs, recherches dont il résulte que cet instrument est d'une sensibilité considérablement supérieure au téléphone dans les ponts à courant alternatif. Il convient de choisir un instrument d'une grande résistance interne.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 23 Février 1907.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — **M. J.P. van der Stok** : *Sur le traitement des observations du vent.* L'auteur propose d'enregistrer la distribution annuelle des vents d'après la vitesse et la direction en un point quelconque de la surface terrestre à l'aide de cinq quantités : la grandeur et l'azimut du vecteur se terminant au centre de gravité de masses égales placées aux points terminaux des vecteurs indiquant la vitesse et la direction du vent dans les observations, l'azimut du grand axe et les longueurs des deux axes de l'ellipse d'inertie déduite de la position de ces masses par rapport au centre de gravité. Il applique ces idées à deux séries d'observations : 1° les observations faites à Bergen (Norvège) pendant vingt années, de 1885 à 1904, trois fois par jour, à 8 heures du matin et 2 et 8 heures du soir; 2° les observations faites à Falmouth (sur la Manche) de 1874 à 1886 et de 1900 à 1903, les observations intermédiaires de 1887 à 1899 étant publiées dans une forme moins favorable au but, six fois par jour avec des intervalles réguliers de quatre heures. Ces deux cas ont été choisis parce qu'ils représentent deux types. A Bergen, l'ellipse des vents variables est très constante et de forme très allongée; à Falmouth, cette ellipse est à peu près un cercle. Ainsi les observations de Falmouth se prêtent spécialement à une comparaison des résultats calculés et observés (Tableau I, p. 300). — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen présente au nom de M. **A. Brester**, pour les Mémoires de l'Académie : « Explication du mécanisme de la périodicité dans le Soleil et les étoiles rouges variables ». Sont nommés rapporteurs MM. W. H. Julius, J. C. Kapteyn et F. H. Schreinemakers.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. H. G. van de Sande Bakhuyzen, président de l'Académie, fait ressortir l'œuvre physico-chimique remarquable de M. H. W. Bakhuis Roozeboom, surtout en ce qui concerne l'application de la théorie des phases à la Chimie, qui donna un nouvel élan à la doctrine de l'équilibre chimique. M. Roozeboom, décédé il y a quelques jours, naquit à Alkmaar en 1854; depuis 1890, il était membre de l'Académie, et depuis 1896, professeur de Chimie à l'Université d'Amsterdam, où il succéda à Van't Hoff. — **M. J. D. van der Waals** : *Contribution à la théorie des mélanges binaires.* La théorie des mélanges binaires, développée par l'auteur dans sa « Théorie moléculaire », a provoqué un grand nombre de recherches expérimentales et théoriques qui ont contribué beaucoup à la connaissance des phénomènes qui se présentent dans les mélanges. Néanmoins, plusieurs questions importantes sont restées irrésolues : ainsi, celle de la classification des groupes différents de surfaces ψ. Quelques mélanges binaires admettent une surface ψ dont le pli présente une forme bien simple, tandis que le pli de la surface d'autres mélanges binaires est assez compliqué, ou que la surface possède encore un second pli. Jusqu'à présent, on ne connaît pas la cause de cette différence; on ignore même comment la mettre en rapport avec d'autres propriétés saillantes de groupes particuliers de mélanges. Il est vrai, la théorie fait connaître l'équation de la courbe spinodale qui borne le pli, et la connaissance absolue de cette équation doit

fournir à l'analyse les moyens de classifier les surfaces ψ. Mais l'équation est très compliquée et — ce qui est pis encore — pour le cas des petits volumes elle ne forme qu'une approximation assez grossière. Guidé par ces remarques, l'auteur a cherché une manière d'attaquer le problème plus intuitive que la manière analytique; cette méthode permet d'indiquer une cause dont dépendent les diverses formes du pli et fait donc apparaître sous un nouveau jour plusieurs phénomènes partiellement connus. D'après la théorie, pour une température donnée, dans les phases coexistantes, les trois quantités

$$-\left(\frac{d\psi}{dv}\right)_{xT},\quad \left(\frac{d\psi}{dx}\right)_{vT},\quad \psi - v\left(\frac{d\psi}{dv}\right)_{xT} - x\left(\frac{d\psi}{dx}\right)_{vT}$$

doivent admettre des valeurs égales. La première de ces trois quantités est la pression p; la seconde est la différence des potentiels moléculaires $M_2\mu_2 - M_1\mu_1 = q$; la troisième est le potentiel moléculaire $M_1\mu_1$ de la première composante. Le lieu des points admettant une valeur donnée de p est une courbe, qui se transforme d'une manière continue si p varie; l'ensemble de ces courbes $p = c$ forme le diagramme (v, x) tout entier. De même, le lieu des points admettant une valeur donnée de q se transforme d'une manière continue si q varie, et toutes ces courbes $q = c'$ recouvrent le diagramme (v, x). Chacun de ces deux groupes de courbes jouit de la propriété que, par un point quelconque du diagramme, il ne passe qu'une courbe unique du groupe. Au contraire, une courbe $p = c$ coupe une infinité de courbes $q = c'$ et réciproquement. Même une courbe $p = c$ coupe une courbe $q = c'$ en plusieurs points : si deux points du diagramme représentent des phases coexistantes, les courbes $p = c$, $q = c'$ qui contiennent l'un de ces points passent aussi par l'autre. Cependant, chaque couple de points d'intersection d'une courbe $p = c$ avec une même courbe $q = c'$ ne fait pas encore trouver deux phases coexistantes, car il y a encore une troisième condition, celle que la quantité $M_1\mu_1$ ait la même valeur pour les deux points du couple. Voici donc la conclusion : si, dans le plan du diagramme, on a construit et coté toutes les courbes $p = c$, $q = c'$ de manière qu'on aperçoive tout de suite les couples de points d'intersection, l'on a tout de même besoin d'une certaine loi faisant connaître les couples de points correspondant à des phases coexistantes. Dans cette étude, qui se continue, l'auteur s'occupe donc de la forme des courbes $p = c$, de la forme des courbes $q = c'$ et de la loi à laquelle nous avons fait allusion. — Ensuite M. van der Waals présente deux communications au nom de M. **Ph. Kohnstamm** : 1° *Sur la forme de la courbe des trois phases solide-fluide-gazeuse d'un mélange binaire*; 2° *Sur les équilibres métastable et labile des solides-fluides*. Dans la rédaction des leçons de Thermodynamique professées par M. van der Waals, l'auteur parvient à d'autres résultats sur quelques questions particulières relatives à la courbe des trois phases et aux équilibres métastable et labile des solides-fluides. Ici il fait connaître ces déviations. — M. **H. Kamerlingh Onnes**, aussi au nom de M. **W. H. Keesom** : Supplément à la communication : *Contribution à la connaissance de la surface ψ de van der Waals*. XV. Cas où l'une des deux composantes est un gaz sans attraction, à molécules admettant des dimensions. Miscibilité restreinte de deux gaz. 1. Introduction. 2. La forme des courbes spinodales et du pli de la surface ψ. 3. Miscibilité restreinte de deux gaz. 4. Distinction des états gazeux et fluide. 5. La surface de saturation pour les équilibres sur le pli gaz-gaz. 6. Conditions sous lesquelles une miscibilité restreinte devient probable. — M. **P. van Romburgh**, aussi au nom de M. **A. D. Maurenbrecher** : *Sur l'action de bases, d'ammoniaque et d'amines sur la s-trinitrophényl-méthylnitramine*. — M. A. P. N. Franchimont présente au nom de M. **F. M. Jaeger** : *Sur les phases liquides et anisotropes de l'éther butyrique de la dihydrocholestérine et sur la question de savoir si la présence d'une double liaison éthylénique est nécessaire pour la génération de ces phénomènes*. — M. P. Zeeman présente, encore au nom de M. **F. M. Jaeger** : *Sur l'influence de la lumière sur la conductibilité électrique de l'antimoine japonais*.

TABLEAU I. — *Fréquences de vitesses du vent sur 10.000.*

KILOMÈTRES par heure	HIVER			PRINTEMPS			ÉTÉ			AUTOMNE		
	Observé	Calculé	Différ.	Observé	Calculé	Différ.	Observé	Calculé	Différ.	Observé	Calculé	Différ.
0 — 4.5	760	477	+ 283	756	569	+ 187	945	810	+ 135	936	588	— 348
4.5 — 9.5	1.871	1.482	+ 389	2.073	1.759	+ 314	2.610	2.336	+ 274	2.426	1.779	— 377
9.5 — 14.5	1.853	2.026	— 173	2.120	2.279	— 159	2.538	2.728	— 190	2.144	2.304	— 160
14.5 — 19.5	1.701	2.030	— 329	1.873	2.120	— 245	1.868	2.133	— 265	1.818	2.110	— 292
19.5 — 24.5	1.466	1.650	— 184	1.355	1.578	— 203	1.164	1.225	— 61	1.281	1.564	— 283
24.5 — 29.5	967	1.125	— 158	917	939	— 22	544	534	+ 10	792	920	— 128
29.5 — 34.5	680	656	+ 24	493	473	+ 20	224	178	+ 46	459	464	— 5
34.5 — 39.5	369	331	+ 38	250	201	+ 49	80	45	+ 35	258	179	— 79
39.5 — 44.5	199	144	+ 55	114	72	+ 42	20	9	+ 11	116	66	+ 50
44.5 — 49.5	94	55	+ 39	31	22	+ 9	6	2	+ 4	37	20	— 17
49.5 — 54.5	32	18	+ 14	15	6	+ 9	0	»	»	23	5	18
54.5 — 59.5	8	5	+ 3	1	2	— 1	1	»	+ 1	10	1	— 9
59.5	»	1	— 1	»	»	»	»	»	»	»	»	»

3° SCIENCES NATURELLES. — M. A. A. W. Hubrecht présente un mémoire de M. **H. Strahl** de Giessen, intitulé : Der Uterus puerperalis von Erinaceus europaeus (L'utérus puerpéral du hérisson).

P. H. SCHOUTE.

ERRATUM

M. le lieutenant-colonel Bourgeois nous signale une erreur matérielle de copie dans l'article de la *Revue* du 30 janvier 1907 sur « l'Etat actuel de la Géodésie », au paragraphe 2 relatif aux Mesures de bases, et nous prie de la rectifier. Il y a lieu de lire, page 56, 2e colonne, vers le bas de la page : « MM. Benoît, Guillaume et Carpentier », au lieu de « MM. Guillaume et Carpentier ». L'appareil actuel de mesures de bases du Bureau International des Poids et Mesures est, en effet, comme on le sait, le fruit de la collaboration étroite du directeur de ce Bureau, du directeur-adjoint et de M. Carpentier.

NOTE DE LA RÉDACTION.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 8 30 AVRIL 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Mort de Marcelin Berthelot. — L'étude que la *Revue* compte consacrer à la vie et à l'œuvre de l'illustre philosophe et chimiste français paraîtra dans l'un de ses prochains numéros.

H. Moissan. — Après Curie, qu'un accident stupide enlève à la science, c'est Moissan qu'une maladie traîtresse ravit en quelques jours à l'affection des siens.

Nous voudrions, en quelques lignes, rappeler la vie si bien remplie par un labeur incessant de celui qui fut un Maître de la Chimie minérale en France.

Né à Paris, le 28 septembre 1852, Ferdinand-Frédéric-Henri Moissan montra de bonne heure son goût pour les recherches expérimentales, car l'année même où il fut reçu bachelier, il publiait, en collaboration avec son maître, P.-P. Dehérain, un travail sur la respiration des feuilles à l'obscurité. Reçu licencié ès sciences physiques en 1877, pharmacien de première classe en 1879, il devint docteur ès sciences physiques en 1880 avec une thèse sur les oxydes métalliques de la famille du fer.

Le fluor était à cette époque un corps inconnu, que quelques chimistes seuls avaient entrevu, comme Frémy dans l'électrolyse du fluorure de potassium fondu, mais sans pouvoir l'isoler et le conserver. La première ambition du jeune chimiste fut de réaliser ce problème.

Renonçant à l'emploi des électrolytes fondus, il cherche à retirer le fluor de ses différentes combinaisons gazeuses : fluorures de silicium, de phosphore, etc. Mais ce n'est pas sans peine qu'il trouve un asile. Ces coûteuses recherches forcent d'abord Moissan à travailler au laboratoire de l'Ecole Normale Supérieure, où seul se trouvait alors l'important matériel de platine nécessaire à ses études; mais bientôt, à la suite des observations de Debray, reculant devant les dépenses occasionnées par les tubes de platine fondus ou détériorés par le phosphore des fluorures qu'il essayait de décomposer, le jeune savant dut émigrer vers d'autres laboratoires, où il trouva une hospitalité passagère.

C'est en 1886 qu'il réussit la première électrolyse de l'acide fluorhydrique anhydre, qu'un heureux hasard avait rendu conducteur, et isola enfin le fluor.

Cette belle découverte mit en relief le jeune chimiste (il avait alors trente-quatre ans); mais ceux qui le connurent à cette époque savent seuls ce qu'il lui a fallu de persévérance, d'énergie et d'audace pour obtenir ce corps si dangereux à manier, d'étude si difficile et coûteuse; car il fallait n'employer que des appareils en platine et engager souvent des dépenses considérables avec des crédits infimes.

Mais aussi, une fois l'appareil producteur de fluor construit, quelle mine féconde s'ouvre à l'intrépide chercheur : les découvertes de corps nouveaux se succèdent chaque jour : fluorures de platine, de carbone, d'arsenic, etc. Aussi l'Académie des Sciences l'honora-t-elle, en 1887, du Prix Lacaze et, en 1891, l'appela, à trente-neuf ans, à succéder à Cahours.

En décembre 1892, Moissan construisit le premier four électrique, dont il allait tirer un si grand parti. Le four électrique existait bien dans l'industrie, mais sous une forme très incommode pour l'étude. C'est en observant à l'Ecole Normale tout le parti que l'on tirait, pour la fusion du platine, de creusets en chaux, qu'il eut l'idée d'employer cette matière si peu conductrice de la chaleur pour construire le four qui porte son nom. Au début, une petite machine de 8 chevaux lui donne déjà d'intéressants résultats; maître de son procédé, il augmente la puissance de ses fours et emploie des forces électriques de plusieurs centaines de chevaux, que l'industrie met à sa disposition. C'est dans ces expériences qu'il reconnut, dans l'action du carbone sur la chaux, la formation du fameux carbure de calcium tant employé aujourd'hui; il donna la composition et décrivit les propriétés de cet intéressant composé, entrevu déjà par quelques industriels.

La facile production de températures très élevées dans son four électrique permit à Moissan d'étudier systématiquement comment, dans ces conditions, le carbone réagit sur les oxydes en donnant soit le métal, soit un carbure, et c'est ainsi qu'il obtint, dans un état de pureté ignoré jusqu'alors, une foule de métaux peu connus, de carbures, de siliciures, de borures inconnus.

Il faut avoir vu le beau spectacle d'un four électrique

en marche pour apprécier la grande habileté expérimentale de Moissan, qui, de ces creusets portés à des températures extrêmes, faisait sortir, toujours de plus en plus nombreuses, des découvertes de substances nouvelles dont la description remplit les pages des *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences.*

C'est en étudiant toujours le carbone à des températures où il se volatilise avec facilité que Moissan songea à ce problème si captivant de la formation du diamant.

Despretz avait bien reconnu que, dans l'arc électrique, le carbone volatilisé se condense sous forme de graphite; l'on savait aussi que le diamant, chauffé au rouge blanc, se transforme facilement en graphite; le diamant n'était donc pas formé à haute température, et cependant, dans tous ses essais pour le préparer à froid, Moissan obtint toujours du carbone amorphe.

L'étude de la terre bleue du Cap et de certaines météorites, notamment celle de Cañon Diablo, où l'on avait déjà trouvé dans du fer des cristaux de diamant, le conduisit sans doute à l'idée que cette gemme avait dû se former sous pression dans de la fonte fondue, et cette hypothèse lui suggéra de nombreuses et belles expériences pour réaliser des milieux propices à sa formation; mais, s'il obtint des produits cristallisés qui semblaient être du diamant, il ne put préparer ainsi que des cristaux microscopiques.

Ces expériences rendirent le nom de Moissan populaire dans le grand public.

Après avoir résolu ces deux intéressants problèmes, Moissan, avec l'aide de collaborateurs dévoués, se proposa l'étude systématique de nombreuses substances mal et insuffisamment connues, et il n'est point de partie de la Chimie minérale où ses recherches n'aient porté une intense lumière. C'est ainsi qu'il prouva que l'hydrure de silicium spontanément inflammable doit cette propriété à la présence d'un autre hydrure, comme le gaz de Gingembre doit son inflammabilité au phosphure d'hydrogène liquide; et, en appliquant à la séparation de ces gaz les procédés de la technique moderne, il put montrer comment, avec des froids gradués allant jusqu'à celui que produit l'évaporation de l'air liquide, on peut isoler et purifier les gaz par une espèce de distillation fractionnée.

On ne peut énumérer tous les corps nouveaux isolés dans ces magistrales recherches; mais il faut citer cependant la préparation du calcium et celle de nombreux hydrures et ammoniums métalliques, qui lui fournissent le sujet de nombreux mémoires. Puis, revenant toujours à son four électrique, Moissan montre que toutes les substances connues, y compris les métaux les plus réfractaires, peuvent y être fondues et distillées, et il déduisit de ces expériences une limite de la température solaire.

Mais aussi quelle immense somme de travail représentent toutes ces découvertes accumulées, ses livres sur le fluor, le four électrique, ouvrages traduits en toutes les langues, et son grand *Traité de Chimie minérale*, en cinq gros volumes, qui est l'exposé complet des découvertes de la science minérale moderne, et dont la bibliographie, faite avec un soin extrême, rend ce livre si précieux pour le chimiste!

Cela explique pourquoi Moissan n'avait jamais voulu se tenir bien au courant des conceptions si changeantes de la Chimie physique, qui met tout en équations. Il était de la race des expérimentateurs de la vieille école, comme il le disait lui-même.

Et je ne parle pas du temps perdu dans les Commissions et dans les Ministères, où sa parole était si écoutée. Triste rançon de la gloire que tous ces examens, ces travaux, ces rapports inutiles que l'on impose aux Maîtres de la science.

Moissan ne fut pas seulement l'honneur de la Chimie française, mais encore, comme le montre le prix Nobel qui lui fut décerné il y a quelques semaines à peine par l'Académie de Stockholm, un des maîtres de la Chimie mondiale.

A. Guntz,
Professeur à l'Université de Nancy.

H. W. Bakhuis Roozeboom. — Bakhuis Roozeboom naquit à Alkmaar, le 24 octobre 1854. A l'école moyenne, ses talents peu ordinaires attirèrent l'attention de ses précepteurs, surtout de M. Boeke, directeur de l'école et professeur de Chimie; après avoir passé l'examen de sortie, il continua à s'exercer dans la Chimie pratique au laboratoire de M. Boeke. Ainsi préparé, il put aider M. J. M. van Bemmelen, qui s'était chargé de l'examen des substances formant le sol du Ypolder, puis s'engagea ensuite dans le bureau de recherches chimiques du Dr Mouton, à La Haye. En 1878, il fut nommé assistant au Laboratoire de Chimie organique de l'Université de Leyde, et c'est dans cette atmosphère scientifique qu'il trouva, en contact continuel avec son chef, M. van Bemmelen, qui lui accordait une grande liberté, les circonstances les plus favorables pour la continuation de ses études académiques et de ses recherches scientifiques.

Après avoir fait connaître, en 1881, un nouveau composé du bromure d'ammonium et du brome, il publia un Mémoire important sur les hydrates du chlore, du brome, de l'acide sulfureux et de l'acide chlorhydrique. Dans ce travail, il montrait comment la constitution des solutions aqueuses se modifie avec la pression et la température et déterminait les courbes des équilibres de dissociation. En 1884, il soutint une thèse sur le même sujet, et bientôt il découvrit qu'à la même température il y a, sous des pressions différentes, deux espèces de solutions de l'acide bromhydrique. Cette découverte importante était due à une expérimentation systématique, où le choix de la substance et le caractère des expériences furent déterminés par le but même que M. Roozeboom se proposait. Dans la séance de décembre 1884, M. van Bemmelen fit part de cette découverte à l'Académie des Sciences d'Amsterdam, et la communication de ce phénomène surprenant de Roozeboom fut l'instigation qui conduisit M. J. D. van der Waals à étudier les lois qui se manifestent aussitôt qu'une matière solide de constitution constante change d'état d'agrégation. Le rapport entre les quantités physiques qui influencent ce changement, communiqué par van der Waals dans la séance de février 1885, devint le principe directeur des investigations suivantes de Roozeboom.

En attendant, M. Roozeboom avait continué ses expériences; ainsi, en 1885, il put publier les résultats complets de ses recherches sur l'acide bromhydrique hydraté, illustrés par une représentation graphique de la limitation des domaines où les différentes conditions peuvent se réaliser.

Le développement ultérieur des idées de Roozeboom fut beaucoup influencé par l'étude de l'œuvre bien connue de Gibbs, sur laquelle van der Waals dirigea son attention. Après l'étude de ce travail magistral, en suivant la doctrine des phases de Gibbs, il lui fut possible de donner à ses résultats un caractère plus général et d'en appliquer les principes à des substances plus compliquées. Après avoir surmonté d'une manière remarquable les difficultés que lui imposait la nécessité de se servir de températures très basses et de pressions de 100 atmosphères et plus, il donnait en 1887 un aperçu systématique des différentes formes de l'équilibre chimique hétérogène, éclairci théoriquement et examiné expérimentalement pour quelques systèmes. Par des dessins et modèles ingénieux, il fit ressortir clairement les changements dans la constitution des substances réunies. Bientôt l'étude de l'astrakanite, composée de trois substances différentes, vint élargir ses idées; ainsi il fut le premier à appliquer la théorie des phases de Gibbs à la Chimie, ce qui ouvrit à cette science de nouvelles perspectives. En effet, comme l'a dit W. Nernst, « ce qu'on avait trouvé autrefois sur la formation des sels doubles, c'était la conséquence du hasard aveugle »; au contraire, on peut maintenant, guidé par la théorie de Roozeboom, découvrir avec certitude tous les composés possibles entre deux, trois et même quatre substances. Dans cette voie, Roozeboom

et, avec lui, ses disciples, Stortenbeker et Schreinemakers, ont recueilli des résultats considérables.

En 1896, M. Bakhuis Roozeboom fut nommé professeur à l'Université municipale d'Amsterdam, où il succéda à van't Hoff, parti pour Berlin. C'est là surtout que s'est manifestée la grande fertilité de ses théories dans leur application à la doctrine des cristaux mixtes, à la constitution de l'acier, aux équilibres des mélanges pseudo-binaires, aux cristaux fluides, etc.; de plus, un grand nombre de thèses soutenues par ses élèves montrent comment Roozeboom sut former des disciples.

A Amsterdam, il put trouver le loisir nécessaire à la réalisation d'un but qu'il s'était proposé déjà à Leyde : celui de rassembler tous les résultats de ses études dans un ouvrage sur la théorie des phases; de ce travail important, qui devait paraître en trois volumes, deux volumes seulement ont été achevés.

Dans notre Académie, à laquelle il appartenait depuis 1890, il était un des membres les plus productifs; nous avons encore à l'esprit l'enthousiasme avec lequel il communiqua à maintes reprises les résultats de ses recherches. Tout en étant heureux de ce que Bakhuis Roozeboom a donné durant sa vie active, la pensée de ce qu'il aurait encore pu faire, s'il ne nous avait pas été enlevé à l'âge de 52 ans, nous rend sa perte encore plus sensible.

Certainement, parmi les personnes qui se vouent aux sciences, il en est peu qui aient eu la chance de trouver un terrain non encore défriché et d'une fécondité telle que celui exploré par Bakuis Roozeboom, et le nombre des grands hommes, capables de tirer complètement parti d'une telle trouvaille et de récolter en quelques années toute une moisson scientifique, est encore plus petit.

Pour y réussir, on doit posséder les facultés caractéristiques que nous avons admirées chez notre regretté collègue : non seulement une grande somme d'érudition, mais surtout la prévision scientifique générale, une force de travail inépuisable et la volonté ardente de parvenir au but proposé sans jamais s'écarter du chemin qui y mène.

A celui qui a profité merveilleusement de ces qualités admirables et qui a fait progresser la science qu'il aimait de tout son cœur, nous apportons un hommage respectueux; à l'ami, nous rendons ici notre dernière salutation[1].

H. G. van de Sande Bakhuyzen,
Président de l'Académie des Sciences d'Amsterdam.

§ 2. — Mathématiques

Récentes applications de la théorie des équations intégrales. — La théorie des équations intégrales, fondée par M. Fredholm et reprise par M. Hilbert, a, comme on sait, permis de résoudre par une méthode unique, générale et simple, toute une catégorie de questions — problème de Dirichlet, distribution électrostatique, vibrations harmoniques, etc. — qui se posent à peu près dans toutes les branches de la Physique mathématique et qui avaient coûté de longs et pénibles efforts avant son introduction. Elle reçoit d'ailleurs continuellement de nouvelles applications à d'autres questions analogues, qui auraient offert des difficultés plus grandes encore si on avait voulu les aborder par les moyens antérieurs.

Mais, en même temps, il est inévitable qu'elle conduise à résoudre des problèmes entièrement nouveaux et notablement différents des premiers.

Un de ces problèmes s'est présenté à M. von Zeipel. Ce savant a appliqué la méthode de M. Fredholm à la discussion d'une idée de lord Kelvin, relative à la distribution des étoiles dans les amas stellaires. Il s'agit de savoir si cette distribution peut être assimilée à celle que l'on déduirait des théories cinétiques pour des molécules s'attirant mutuellement d'après la loi de Newton, et que l'on obtient précisément par une équation intégrale. Il faut résoudre cette dernière, non plus au point de vue théorique, mais de manière à aboutir au calcul numérique de la solution; et c'est ce que permet la méthode de Fredholm. M. von Zeipel arrive, par cette voie, à constater un accord suffisant avec l'observation, du moins en laissant de côté les parties périphériques de l'amas.

Mais, auparavant, une question d'une portée bien plus considérable au point de vue de la philosophie naturelle et de l'explication du monde physique, s'était posée à M. Fredholm lui-même.

Toutes les périodes harmoniques obtenues dans l'étude du son et des divers phénomènes vibratoires de la Mécanique présentent un caractère commun : elles tendent vers zéro à mesure que leur rang augmente. En langage concret : une corde, une membrane peuvent rendre une infinité de sons harmoniques; mais, parmi ceux-ci, ceux dont la hauteur est inférieure à une limite donnée sont en nombre fini.

La répartition des raies spectrales offre des circonstances toutes différentes. Ces raies ont, pour chaque corps, des positions parfaitement déterminées (absolument comme sont déterminés les sons propres d'une corde ou d'une membrane); mais elles vont en se condensant dans le voisinage de certaines longueurs d'onde particulières, *différentes de zéro.*

Tant qu'on n'était pas en possession d'une théorie générale de ces phénomènes au point de vue mathématique, on a dû se contenter de noter la différence qui existe entre les deux cas. Mais, actuellement, nous savons que tout phénomène régi par une équation intégrale du type classique, dans laquelle le paramètre qui représente la fréquence figure en facteur devant le terme intégral, ne peut conduire qu'à des périodes réparties comme celles du son.

Cependant, l'analogie entre les deux classes de phénomènes est indéniable : l'existence de périodes propres déterminées est assez manifestement et assez étroitement liée à celle d'une équation intégrale pour nous montrer comme entièrement nécessaire l'intervention d'une équation de cette espèce dans la production des vibrations spectrales.

Mais cette équation ne pourra pas faire intervenir la fréquence sous la même forme que les équations connues.

M. Ritz, dans une Thèse récente, est parvenu à constituer un système mécanique répondant à ces conditions. Mais ce système est très compliqué. L'interprétation mécanique obtenue ensuite par M. Fredholm est, au contraire, extrêmement simple. Elle consiste à admettre que deux molécules exercent l'une sur l'autre une action proportionnelle à la différence de leurs écarts par rapport à leurs positions d'équilibre respectives. Dans ces conditions, on trouve une équation intégrale où la fréquence figure dans le coefficient, non du terme intégral, mais du terme fini.

Il n'est pas démontré que les forces véritablement agissantes soient celles de M. Fredholm; mais il est certain qu'elles doivent se comporter de même vis-à-vis de l'équation intégrale qu'on en déduit.

§ 3. — Astronomie

Sur le spectre des étoiles nouvelles. — On sait que le spectre des étoiles nouvelles est caractérisé par l'apparition de raies doubles, composées d'une raie brillante, dans la position normale, et d'une raie noire déplacée vers le violet. Ce dédoublement a été constaté dans le spectre de toutes les étoiles nouvelles parues dans ces dernières années.

L'explication de lord Kelvin consiste à supposer qu'on est présence d'une éruption d'hydrogène. Par suite d'une collision de deux étoiles, une partie de la masse gazeuse sera portée à une température très

[1] Discours prononcé à l'Académie des Sciences d'Amsterdam.

élevée, sans énergie cinétique; une autre partie sera lancée de tous côtés à une vitesse énorme, sans élévation de température, et cette partie, le gaz refroidi, absorbe les radiations du noyau incandescent. La matière absorbante étant toujours en mouvement vers nous, les raies d'absorption se déplacent vers le violet. Cette théorie ingénieuse a été développée plus tard par MM. Halm, Pickering, et surtout par M. Véry; cependant, on est loin d'en avoir tiré toutes les conséquences, et un spécialiste réputé en ces matières, M. H. E. Lau, vient, dans une intéressante communication[1], d'établir quelques théorèmes concernant la position, la largeur et la courbe d'intensité des raies d'hydrogène.

Toutes les variations spectrales théoriques dépendant de l'expansion d'une couche gazeuse, et la cause déterminante peut rester tout à fait indéterminée, de sorte que l'on serait justifié, au besoin, à abandonner l'idée d'une collision sans que les développements de l'auteur perdent leur validité. Si, avec M. Lohse, on invoque l'explosion d'origine chimique, on obtiendrait évidemment les mêmes effets. Toutes les couches gazeuses situées au delà du niveau de la couche explosible seront, au moment de la catastrophe, jetées en haut, et les variations du spectre seront absolument parallèles à celles de la théorie de Kelvin. La communication de M. Lau est fort instructive, et nous attendons avec impatience qu'il développe, par ailleurs, les théories chimiques, ainsi qu'il en prend l'engagement : ces théories, en effet, présentent le grand avantage que la quantité d'énergie dégagée est très faible, ce qui expliquerait la courte durée de l'activité des étoiles nouvelles.

§ 4. — Physique

Images de médailles produites par les rayons X et du radium. — Au cours d'expériences faites pour vérifier les résultats de MM. Petri et Kahlbaum, M. Ch. R. Jensen[2] avait posé une pièce de 1 pfennig, une de 50 pfennigs et une de 10 marks, ainsi qu'un clou de fer et plusieurs fils de différentes matières, sur le côté sensibilisé d'une plaque de Schleussner, de façon à placer le clou entre la pièce d'or d'un côté et les deux autres pièces de l'autre. Or, après avoir exposé la plaque photographique pendant deux heures au rayonnement de 8 à 9 milligrammes de bromure de radium à la distance de 6 centimètres, l'auteur observa un phénomène assez curieux : les chiffres des pièces de 1 et de 50 pfennigs étaient reproduits sur la plaque, bien qu'avec une intensité faible. Cette expérience a été répétée avec une exposition de vingt-quatre heures, le côté des chiffres étant en contact avec la couche sensible. Les reproductions alors obtenues étaient fort distinctes dans le cas des monnaies blanches et de cuivre, tandis que la reproduction de la pièce d'or ne permettait guère de distinguer les détails. Comme le négatif présentait des chiffres clairs sur fond sombre, toute hypothèse relative à un rayonnement émanant des impuretés attachées aux pièces devait être écarté. Dans le cas d'une exposition de quarante-huit heures, le négatif présentait des chiffres sombres sur fond clair.

Quant à la reproduction du côté opposé à la couche sensible, il faut, paraît-il, l'attribuer aux différences entre les chemins traversés au sein du métal par les rayons primaires émanant du radium, le rayonnement agissant sur la couche photographique avec une intensité d'autant moindre que le chemin parcouru dans le métal a été plus grand. Il convient, cependant, de tenir compte, aussi, des rayons secondaires produits sur le côté supérieur et qui, semble-t-il, augmentent les contrastes produits par les rayons primaires.

Quant à la reproduction du côté voisin de la couche photographique, les chemins parcourus par les rayons primaires et secondaires dans les diverses portions du métal, d'épaisseurs différentes, doivent évidemment jouer également un rôle important. Or, si, pour des profondeurs constantes de la pièce, l'épaisseur totale de la couche métallique traversée par les rayons croît de plus en plus, il faut tenir compte non pas seulement du fait que le rapport des chemins plus ou moins grands s'approche de l'unité, mais encore du pouvoir de pénétration des rayons, qui devient d'autant plus grand que l'épaisseur des couches métalliques traversées aura été plus considérable. Il est possible aussi qu'un rayonnement émanant du côté tourné vers la couche photographique soit également en jeu.

Les résultats obtenus avec des pièces traversées par les rayons X ont été, en partie, fort différents; ainsi, dans un cas au moins, il a semblé que le rayonnement secondaire émanant du côté voisin de la couche photographique jouait un rôle bien plus considérable. Les différences observées dans les expériences de reproduction avec des rayons X et du radium semblent être dues, en grande partie, aux différences de pénétration des rayons primaires. Aussi, dans le cas des rayons du radium, les détails du côté opposé à la couche photographique se reproduisent bien plus difficilement qu'avec les rayons X. Dans certaines limites, on peut évidemment s'attendre à voir la différence de chemins des rayons traversant le métal produire des contrastes photographiques d'autant plus forts (toutes choses étant d'ailleurs égales) que le rayonnement est moins pénétrant; il y aura alors d'autant plus de chances pour que le côté opposé soit également reproduit.

§ 5. — Minéralogie

A propos des bases de la Cristallographie. — Nous avons reçu de M. Wyrouboff la lettre suivante :

« Mon cher Directeur,

« M. G. Friedel, dans un long article inséré dans la *Revue*, a critiqué d'un ton quelque peu acerbe l'exposé très impartial que j'ai fait des théories actuelles sur la structure des corps cristallisés. C'était, à coup sûr, son droit; mais je n'ai aucune envie de le suivre sur ce terrain et d'entreprendre un tournoi qui intéresserait médiocrement vos lecteurs et dans lequel nous ne serions pas dans des conditions égales. Je résume le mieux que je puis les travaux de toute une génération de savants éminents; M. G. Friedel défend ses idées personnelles par des arguments qu'il a reproduits sous toutes les formes et qui n'ont jusqu'ici convaincu personne de ceux qui peuvent être considérés comme compétents dans cette branche si intéressante du savoir.

« Recevez, etc. » « G. Wyrouboff,

« *Professeur au Collège de France.* »

§ 6. — Biologie

L'influence des couleurs du spectre sur la sporulation des Saccharomyces. — Les recherches classiques de Hansen sur la sporulation des diverses espèces de *Saccharomyces* se sont bornées à l'étude de l'action du temps à des températures variées; aucune recherche n'a été publiée jusqu'ici relativement à l'influence des couleurs spectrales sur la sporulation, quoique Marshall Ward ait fait remarquer l'effet destructif de la lumière sur les spores de *S. pyriformis*. Deux savants anglais, MM. J. E. Purvis et G. R. Warwick, ont décrit dans un Mémoire récent[1] les expériences qu'ils ont exécutées dans le Laboratoire chimique de l'Université de Cambridge, montrant que les rayons de lumière de divers degrés de réfrangibilité influencent l'apparition et la production des spores dans des espèces variées de *Saccharomyces*, et particulièrement au moment où l'apparition des spores commence à être visible.

[1] *Bulletin astronomique*, t. XXIII, p. 297.
[2] *Annalen der Physik*, n° 15, 1906.

[1] *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, t. XIV, part. 1, p. 30 et suiv. (1907).

Les couleurs spectrales ont été obtenues en faisant passer la lumière d'une puissante lampe à huile à travers divers écrans colorés, et les *Saccharomyces* subirent l'incubation à une température de 24 à 25° centigrades, la température ne variant jamais de plus d'un demi-degré. Les auteurs ont employé des cultures pures des diverses espèces de *Saccharomyces* : à chaque expérience, des cultures fraîches et saines étaient développées dans un bouillon stérilisé avant d'être ensemencées sur des plaques de gypse humide. Chaque culture était examinée au microscope et, lorsqu'on apercevait la moindre indication de granulations, on développait des cultures fraîches en bouillon jusqu'à ce que les cellules fussent pleines et remplies de protoplasma non granulé clair. Alors, elles étaient prêtes pour être ensemencées sur des plaques de gypse, et celles-ci étaient placées dans des boîtes dont les parois de devant portaient des écrans colorés. Les cultures étaient ensuite examinées au microscope de temps en temps.

Les conclusions les plus importantes qui peuvent être tirées des observations sont : 1° Les rayons rouges ou rayons de faible réfrangibilité accélèrent la formation des spores plus rapidement que lorsque les cellules sont incubées sous l'influence de la lumière blanche, et ils paraissent stimuler l'activité de la sporulation plus rapidement que lorsque le développement a lieu dans l'obscurité, quoique, dans ce dernier cas, la sporulation semble avoir été complète à peu près en même temps que dans le rouge ; 2° Les rayons verts paraissent retarder le développement des spores ; 3° Les rayons bleus et violets retardent la sporulation d'une façon plus grande encore que les rayons verts ; 4° Les rayons ultra-violets sont encore plus effectifs comme retardateurs ; ils paraissent avoir, de plus, l'effet d'influencer désavantageusement la vitalité des cellules, lorsque celles-ci sont exposées à leur influence pendant quelque temps.

Ces faits peuvent être expliqués chimiquement, car il est bien connu que les rayons de haute réfrangibilité ont une énergie chimique plus grande que ceux de faible réfrangibilité. Cela est peut-être ainsi parce que les premiers excitent des changements chimiques dans la cellule, antagonistes au développement des spores, tandis que les derniers, ayant une énergie chimique bien inférieure, ont peu ou point d'influence, et la sporulation procède dans des conditions plus favorables. D'un autre côté, le retard peut être expliqué physiquement, car il est possible que le mouvement vibratoire des rayons de haute réfrangibilité rompe ou neutralise celui du protoplasma des cellules qui aurait pour résultat la formation des spores, tandis que les rayons de faible réfrangibilité sont incapables d'exercer une telle influence.

§ 7. — Enseignement

Le budget de l'Instruction publique de 1907. — La discussion du budget de l'Instruction publique, au Sénat, a donné lieu à d'intéressantes observations.

Notons d'abord le vote du crédit nécessaire à la création d'une maîtrise de Conférences de Tératologie à l'Université de Paris, et aussi une augmentation de 10.164 francs au bénéfice de l'Ecole des Hautes Etudes.

La question de la réforme des études médicales a été abordée par M. le sénateur Reymond, qui a réclamé la pérennité de l'Agrégation, la liberté du stage pour les étudiants dans tous les services hospitaliers ; il a surtout insisté sur la nécessité qu'il y a de donner aux futurs médecins une éducation pratique plus complète. Il cite cette réponse typique d'un praticien, incapable d'opérer une hernie : « Où l'aurais-je appris ? J'ai fait brillamment à Paris mes études médicales dans le minimum de temps ; j'ai été reçu à tous mes examens avec de bonnes notes ; mais, n'ayant fréquenté les hôpitaux que comme stagiaire, je n'ai jamais eu l'occasion d'y toucher un bistouri, et bien moins encore d'y pratiquer l'opération dont il s'agit. » M. Reymond a terminé en demandant la constitution d'une Commission qui comprendrait, non seulement des professeurs, mais des praticiens[1], et même des étudiants.

D'intéressantes paroles furent aussi prononcées à propos du Muséum d'Histoire naturelle, dont on connaît la situation lamentable au point de vue budgétaire. Il y a quelques semaines, M. Lecomte, professeur de Botanique dans cet établissement, poussait un cri d'alarme et signalait le danger qui menaçait notre grand herbier national, le plus ancien, le plus important des grands herbiers du monde, celui qui renferme, entre autres choses, les collections de Tournefort, de Desfontaines, de Lamarck et de Jussieu[2].

Au Sénat, M. Strauss a parlé des bâtiments du Muséum en des termes qui méritent d'être cités : « Les locaux, dit-il, sont dans un état d'insalubrité et d'insécurité qui fait peine à voir. Je n'apprendrai rien à personne en disant que la galerie de Zoologie attend, depuis 1889, son quatrième côté, que la galerie d'Anatomie comparée est arrêtée à mi-chemin de son étendue. Les vieilles galeries de Zoologie, encore occupées faute d'autre place, ainsi que les vieilles galeries d'Anatomie comparée, s'écroulent et ont été condamnées par le Conseil des bâtiments civils. Le mur de la Singerie s'est effondré, et récemment la presse s'est égayée d'un incident assez drôle en apparence, mais qui aurait pu avoir des conséquences tragiques : celui de l'évasion de plusieurs grands singes. Le plafond de l'Orangerie s'est abattu sur la salle et il a fallu d'urgence faire sauter toutes les corniches. J'ai même un détail inédit à faire connaître au Sénat : c'est que, pour la réparation d'un pavillon des serres, les patrons verriers ont refusé de laisser monter leurs ouvriers. »

Le Ministre de l'Instruction publique, dans sa courte réponse, reconnaît l'état de délabrement des bâtiments du Muséum ; mais les crédits nécessaires, qui s'élèveraient à plus d'un million, lui ont été refusés par les Finances. Il reconnaît que l'autonomie financière du Muséum est désirable, mais, avant de l'organiser, il lui paraît utile de procéder à une inspection financière de cet établissement.

L'Université de Paris. — Pour la troisième fois, les professeurs de l'Université de Paris viennent de se réunir en assemblée générale dans les magnifiques salons qui occupent le premier étage de la Sorbonne. Ils étaient venus très nombreux.

M. Liard a rendu compte des principaux faits qui ont marqué la vie de l'Université de Paris au cours de la dernière année. Il a exposé qu'après de nombreuses négociations on allait enfin aboutir à la construction prochaine, à frais communs, par l'Etat et la Ville de Paris, d'un Institut Chimique, sur un terrain de 9.000 mètres carrés, faisant partie de l'immeuble de la congrégation des Dames de Saint-Michel, entre la rue Saint-Jacques et la rue d'Ulm. Cette construction coûtera 3 millions. Le reste de ce vaste immeuble a été acquis par l'Université de Paris, en vue de son développement futur. L'acquisition a été faite au prix de 1.850.000 francs, et pour cette importante opération l'Université a obtenu de l'Etat une subvention de 750.000 francs. Le reste sera payé avec ses propres ressources. Elle a déjà reçu, pour y contribuer, une somme de 300.000 francs du Prince de Monaco ; en échange, elle a cédé au Prince une parcelle de 1.000 mètres carrés du terrain dont elle est devenue propriétaire, pour la construction de l'Institut océanographique.

Les travaux vont commencer cette année.

C'est une nouvelle cité universitaire qui va s'élever dans cette partie du quartier Latin. Les bâtiments nouveaux seront entourés de jardins.

[1] Faisons remarquer qu'à quelques exceptions près tous les professeurs de la Faculté de Médecine sont des praticiens, chefs de clinique dans les hôpitaux.

[2] H. Lecomte : Les flores coloniales et le Muséum. *Rev. Scientif.*, 2 février 1907, p. 153.

L'échange international de professeurs. — On sait que, depuis quelques années, il a été organisé un échange de professeurs entre l'Allemagne et les autres pays. Cette méthode, qui donne de bons résultats, paraît avoir été surtout appréciée par le corps enseignant français. En effet, 45 professeurs Français sont attachés à des écoles officielles allemandes, tandis que 19 Allemands seulement font un stage en France. L'échange entre l'Angleterre et l'Allemagne est moins actif : il a donné 10 Anglais contre 2 Allemands.

§ 8. — Sciences diverses

Les bases scientifiques de la Sociologie : l'Institut Solvay. — Dans une conférence faite en décembre dernier à l'Institut psychologique, M. Emile Waxweiler, l'éminent directeur de l'Institut de Sociologie créé à Bruxelles par M. Solvay, décrivait en ces termes le but de cette intéressante institution : « Chercher la vie dans les phénomènes sociaux, voilà la raison d'être de l'Etablissement que je représente ici. Je dirais presque que c'en est la raison d'être topographique; au-dessous se trouve l'Institut d'Anatomie; à côté, l'Institut de Physiologie, tous deux dus au même fondateur, qui donnait corps, par là, à la synthèse de ses préoccupations, et filiait des bâtiments pour affirmer la filiation de ses idées. L'emplacement de l'Institut est déjà une façon de programme; son aménagement intérieur ne l'est pas moins. Une vaste salle de 300 mètres carrés renferme toutes les sources de la documentation : livres sur les rayons, périodiques sur les tables, catalogues de près de 100.000 fiches, collections d'anthropologie, d'ethnographie, d'histoire, de technologie et de statistique; sur les galeries de cette salle, s'ouvrent des cellules de travail; c'est là que s'isole le chercheur, loin des querelles de partis et des controverses de doctrines, dont il doit, plus que tout autre, se garder, car elles sont souvent la matière même de ses investigations. Tenir contact avec les sciences de la vie et se libérer de tous les assujettissements de la politique, voilà deux règles qui sont comme gravées dans la construction même de cet Institut[1] ».

M. Waxweiler terminait sa conférence par cette conclusion que « la Sociologie n'est pas la science de la société; c'est la science de la vie sociale ». Sans doute, « nous ne sommes hommes que dans la mesure où nous sommes aptes à la société » (Montesquieu), et « il existera de tout temps des espèces sociales, comme il y a des espèces zoologiques » (Balzac), parce que l'être humain est modelé sur le milieu social et que ce milieu est essentiellement variable, — première notion d'origine biologique; — mais c'est encore un fait purement biologique que cette constatation qu'il n'y a de société que chez les êtres qui possèdent un système nerveux perfectionné, et que le degré de sociabilité est précisément proportionnel au développement de la sensibilité. « La notion d'espèce, dirons-nous encore avec M. Waxweiler, est une des plus essentielles à la Biologie; elle appartient à la science positive au même titre que la notion d'individu, sinon même davantage. Mais le biologiste se résigne à étudier la vie de l'espèce dans la vie de l'individu, tellement, disait Is. Geoffroy Saint-Hilaire, que la Biologie tout entière pourrait être définie la science du type par l'individu, de la vie collective et successive par la vie individuelle et présente ». Ainsi, la société n'est qu'un concept que l'on ne saurait étudier utilement en lui-même; c'est auprès des individus eux-mêmes qu'il faut aller saisir l'expression de la vie sociale. C'est un savant, M. A. Giard, qui écrivait récemment : « Désormais, la Sociologie ne peut plus se comprendre que comme une éthologie sociale. »

Ce sont ces idées que M. Waxweiler a développées dans un des travaux de l'Institut, l'*Esquisse d'une Sociologie*[1]. Dans une *Note sur des formules d'introduction à l'énergétique physio- et psychosociologique*, M. E. Solvay ramène à l'énergie universelle les liens étroits qui, selon lui, unissent les phénomènes sociologiques aux phénomènes biologiques. Deux autres ouvrages, d'une haute tenue scientifique, ont été écrits par M. R. Petrucci sur *les origines naturelles de la propriété* et sur *l'origine polyphylétique, l'homotypie et la non-comparabilité des sociétés animales*. Le premier, sorte de « paléontologie économique », étudie la propriété, depuis le règne végétal et les formes inférieures du règne animal jusqu'à l'homme, pour aboutir à ces conclusions que « la propriété apparaît comme un phénomène lié aux premières manifestations de la vie; qu'elle est tout d'abord l'expression d'une structure individuelle et d'une adaptation. Sa forme individuelle est déterminée par la loi biologique de protection de l'individu, tandis que sa forme collective dérive de la loi de protection de l'espèce, réalisée par les phénomènes d'association, considérés d'une façon générale et abstraction faite du groupement familial ». Dans son second ouvrage, M. Petrucci, après avoir exposé l'état actuel de la théorie de l'évolution, montre que les phénomènes sociaux observés dans les sociétés animales, n'étant point hérités les uns des autres, ne sont pas comparables entre eux.

M. L. Wodon a publié des *Notes critiques sur quelques erreurs de méthode dans l'étude de l'homme primitif*; il y prouve que, contrairement à l'opinion de K. Bücher, le mobile économique dirige aussi bien les actes du primitif que ceux du civilisé. Tout le Mémoire s'inspire très heureusement des données de la psychologie, dont le regretté Gabriel Tarde a montré toute l'importance dans le domaine économique.

Enfin, le Dr Houzé a présenté un examen critique de *l'Aryen et l'Anthroposociologie*, dans lequel il montre que les prétendues lois de cette pseudo-science ne reposent que sur des erreurs statistiques, anatomiques, psychologiques et historiques.

On aperçoit très bien le vaste champ d'investigations scientifiques qui s'offre à la Sociologie ainsi comprise. Or, jusqu'ici, les sociologues ont emprunté leurs observations de seconde main. Méthode dangereuse, remarque très justement notre collaborateur M. Paul Lapie, car tout intermédiaire qui se glisse entre l'esprit et l'objet risque d'introduire l'erreur. L'observation directe est, d'ailleurs, d'autant plus nécessaire que les documents livrés sont forcément incomplets, pour n'avoir pas été dressés en vue des recherches spéciales de la Sociologie.

Enquêtes et recherches menées directement, tel est le but que visent les collaborateurs de l'Institut Solvay. Ils ont eu, en particulier, le mérite de bien dégager la part qui revient au milieu social; mais leur conception trop purement biologique les a portés à négliger l'influence considérable que le milieu physique exerce sur les faits sociaux. C'est ainsi que l'idée de propriété — quant à sa forme et quant à son objet — s'éclaire singulièrement par l'étude des conditions naturelles du sol et du climat[2].

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

[1] Cité par la *Revue économique internationale*, 15-20 décembre 1906.

[1] La *Revue* donnera prochainement une analyse détaillée de cet ouvrage.

[2] Cf. P. Clerget : Introduction géographique à l'étude de l'économie politique, dans le *Bull. de la Soc. neuchâteloise de Géographie*, Neuchâtel, 1907 (sous presse).

LE PEUPLEMENT NATIONAL EN ALGÉRIE (1871-1906)

La Monarchie de Juillet eut le mérite de fixer sur le sol algérien une population européenne en majorité française; la Seconde République rêva d'y instaurer une petite France à l'image de la mère patrie, par une transplantation en masse de prolétaires et d'artisans, destinés à se transformer en propriétaires ruraux : cet essai de colonisation sociale échoua; les premières années du Second Empire marquent encore un progrès de l'immigration, qu'arrêta bientôt et que découragea la politique arabe de Napoléon III; enfin, la Troisième République reprit l'œuvre dans un esprit nouveau, celui du « peuplement national »[1].

C'est à cette dernière phase que M. de Peyerimhoff vient de consacrer une publication remarquable, présentée modestement comme un Rapport[2], plaidoyer habile et convaincu en l'honneur de la colonisation officielle. Il y a quelque courage à mettre en vedette cette épithète suspecte. Au vrai, colonisation officielle s'identifie avec peuplement national. Problème ethnique et politique bien plutôt que foncier. La colonisation officielle apparaît comme l'instrument et le véhicule de la prépondérance française sur l'autre rive de la Méditerranée. Il faut franciser l'Algérie, il faut franciser l'Algérien, tel est le mot d'ordre qui retentit comme un cri d'alarme après trois quarts de siècle d'occupation. L'effort mené depuis trente ans laisse-t-il augurer le succès? Considérons les faits que M. de Peyerimhoff expose, non avec l'optimisme du bureaucrate, mais avec la sincérité de l'historien.

I

A la fin de l'Empire, le domaine, épuisé par le gaspillage des concessions de faveur, était réduit en Algérie à la portion congrue de 200.000 hectares de terres arables; l'insurrection de 1871 lui valut une riche aubaine: il s'arrondit « d'un seul coup »[1] de 500.000 hectares, confisqués aux révoltés. Le noyau du séquestre était constitué par le fertile plateau de Sétif; les massifs côtiers à l'Est d'Alger fournirent d'amples surfaces; l'Oranie resta indemne.

L'idée colonisatrice fut doublement servie par les événements : car, à la même heure, les Alsaciens et Lorrains s'expatriaient avec une généreuse imprudence; l'Algérie s'offrit à eux comme une patrie nouvelle. L'Assemblée Nationale affecta 100.000 hectares à ces exilés des provinces perdues. Mais ce ne fut pas la vaine manifestation d'un patriotisme sentimental. Car l'Assemblée entendait restaurer les saines pratiques en matière de colonisation et qu'on recrutât de vrais colons, c'est-à-dire des cultivateurs déjà pourvus de capital — le minimum fut fixé à 5.000 francs — et travaillant avec leurs propres ressources; aussi le décret du 16 octobre 1871 exigea du concessionnaire l'engagement de « cultiver, mettre en valeur et habiter » son lot; l'obligation de résidence est la condition première du peuplement[2].

L'exécution du plan ne répondit pas aux vœux qui l'avaient inspiré. Au lieu d'agriculteurs aisés, affluèrent des ouvriers de fabriques, ignorants des choses de la terre. Ils n'avaient pas été appelés, ils furent tout de même élus. C'était, après tout, de la matière française, qui ne périt pas toute : malgré les déchets et désertions, beaucoup de ces pseudo-colons firent souche dans les villes, et, sur les 1.183 familles rurales installées, 277 seulement avaient quitté l'Algérie ou disparu en 1899. « Ce n'est pas un mauvais résultat », prononce avec raison M. de Peyerimhoff[3]. Même les villages fondés par la Société de Protection des Alsaciens-Lorrains avec des recrues de choix, disposant d'un cautionnement de 2 à 4.000 francs, ont perdu plus

[1] Cette nécessité du peuplement français avait été invoquée par Prévost-Paradol, comme conclusion à la *France Nouvelle*. L'Algérie est « une terre française qui doit être *le plus tôt possible* peuplée, possédée et cultivée par des Français, si nous voulons qu'elle puisse un jour peser de notre côté dans l'arrangement des choses humaines » (13e éd., 1884, p. 418). A la même époque (1868-1869), est entreprise une grande enquête sur la situation de l'Algérie, sous la direction du comte Le Hon : déjà est signalé le péril que court la prépondérance française (*Corps législatif*, 7 mars 1870, *J. Off.*, p. 421).

[2] *Gouvernement général de l'Algérie. Direction de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation. Enquête sur les résultats de la colonisation officielle de 1871 à 1895.* Rapport à M. Jonnart, gouverneur général de l'Algérie, par M. de Peyerimhoff, directeur de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation. Alger, Imp. typ. J. Torrent, 1906; t. I, 243 p., croquis et graphiques dans le texte et hors texte; t. II, *Annexes*, 572 p., 10 graphiques, carte en couleurs de la Colonisation officielle (*Algérie Nord*, 1905), à 1 : 1.600.000e.

En dépit des indications du titre, l'exposé ne s'arrête pas à 1895; il fournit des données plus récentes. Nous en avons ajouté quelques-unes jusqu'au début de 1907.

[1] Ce chiffre de 500.000 hectares figure au volume I, p. 41. Mais le tableau de la page 73 porte le total des terres de séquestre, de 1871 à 1895, à 234.375 hectares seulement, total dont le détail, année par année, est enregistré dans le tableau B du volume II (p. 483-503); d'autre part, le séquestre tant collectif qu'individuel avait donné environ 660.000 hectares (I, 76); après restitution aux tribus indûment dépouillées, il reste 446.406 hectares. L'opération ne fut liquidée qu'en 1885; mais des séquestres furent encore pratiqués jusqu'en 1894.

[2] Rapport de M. Lucet. *J. Off.*, 1871, p. 3621, n° 580.

[3] I, p. 52.

de la moitié de leur contingent originel ; des 165 familles établies à Boukalfa, Haussonviller, Camp du Maréchal, 80 seulement subsistent[1].

En même temps que les Alsaciens et les Lorrains, d'autres Français arrivèrent, si bien que, de 1871 à 1880, la population française passe de 130.000 à 195.000 âmes. Mais la population étrangère s'est accrue dans la même proportion, de 115.000 à 181.000 unités ; et celle-ci n'est pas introduite artificiellement par l'appât d'une concession. Espagnols, Italiens, Maltais, offrent spontanément la main-d'œuvre, qu'attirent les grands travaux publics ; ces groupes sont assurés de la supériorité numérique, parce que leurs femmes sont plus fécondes et ne redoutent pas une nombreuse progéniture[2].

Le Français sera investi de la supériorité sociale ; il sera le détenteur privilégié du sol par droit de naissance. Le décret du 30 septembre 1878[3], qui a régi la colonisation pendant un quart de siècle, dénonce la pensée de derrière la tête de l'Administration, et le principe dont elle ne se départira plus pour renforcer le peuplement national : les lots de village, de 40 hectares au plus, et les lots de fermes, jusqu'à une superficie de 100 hectares, ne seront concédés qu'à des Français d'origine ou nationalisés, qui ne sont déjà ni attributaires ni cessionnaires de terres domaniales : donc pas de cumul ; autant de lots, autant de titulaires ; la portée démographique de cette clause apparaît d'autant plus claire que les deux tiers des lots sont réservés aux immigrants. Le concessionnaire est tenu de résider cinq ans, jusqu'à l'obtention du titre de propriété définitif, sauf à se substituer quelque remplaçant, aussi qualifié au point de vue de la nationalité, sauf encore la faculté d'abréger le stage suspensif en justifiant d'améliorations apportées au domaine. Le lot de village ne peut être revendu à un indigène que cinq ans à partir de l'investiture ; le lot de ferme, même quand il a été acquis à titre onéreux (ce qui devient la règle à partir de 1882), ne peut être revendu à un indigène avant vingt ans. Précautions indispensables et qui attestent combien peu l'Administration est sûre du colon ; car celui-ci veut gagner sur la terre en spéculant et non en travaillant. La vie est dure, en effet, dans ces coins perdus, où on l'a déposé en l'invitant à défricher les broussailles, à bâtir un gourbi ; cette tutrice négligente qu'est l'Administration laisse ses pupilles se débrouiller dans un milieu inconnu autant qu'ingrat. Aussi les villages se vident, les habitants dépérissent[1]. Cette crise de la colonisation vers 1880 émeut les Pouvoirs publics, et le Gouvernement prépare un effort décisif, un plan de grande envergure.

[1] *Monographies*, II, p. 107, 119, 126 ; G. Guynemer : *La colonisation alsacienne-lorraine en Algérie*. Rapport au gouv. génér., mai 1891 (Paris, Unsinger, 48 p.).

[2] V. Demontès : *Le peuple algérien*, 1906, p. 278.

[3] *J. Off.*, 1er oct. 1878, p. 9513.

II

Le 3 avril 1881, fut déposé à la Chambre un projet de loi portant ouverture d'un crédit de 50 millions pour acquisition de terres et travaux de colonisation en Algérie. Le maître argument était ainsi formulé : « Tout le monde s'accorde à reconnaître la nécessité d'implanter dans la colonie une population assez dense pour faire contre-poids, non seulement à l'élément indigène, mais encore à l'élément européen étranger. »

L'inspirateur de ce programme d'intérêt national était Jules Ferry. Depuis son avénement à la présidence du Conseil (30 novembre 1880), il préparait l'intervention en Tunisie ; mais ce n'était pour lui qu'un épisode de la grande politique méditerranéenne que la France inaugurait. Est-il téméraire de supposer que, d'une part, les intrigues italiennes en Algérie même[2], d'autre part la sourde agitation du monde musulman, qui allait éclater dans le massacre de la Mission Flatters, dans la sanglante ruée de Bou-Amama, dictèrent les mesures proposées? D'autres circonstances en illustraient l'opportunité : les viticulteurs du Midi, ruinés par le phylloxera, songeaient à solliciter la terre algérienne.

Par une fortune extraordinaire, ce programme survécut au ministère dont il émanait ; il fut recueilli comme un legs pieux par deux cabinets successifs. Il prit sa forme définitive en 1883, sous le patronage des deux ministres Tirard et Waldeck-Rousseau.

L'exposé des motifs invoquait encore la nécessité politique. « On a dû se demander s'il ne serait pas utile et politique de favoriser, plus qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, l'occupation du sol par nos nationaux. » Cette tendance se traduisait dans l'économie du projet : création de 175 centres nouveaux, où seraient installées 9.649 familles, exactement 38 à 39.000 personnes, à raison de 50 feux sur un périmètre de 2.000 hectares[3]. La prédilection

[1] Cte d'Haussonville : *Rev. des Deux Mondes*, 1er juillet 1883, p. 90 (d'après les procès-verbaux des Conseils locaux). M. de Peyerimhoff signale, dans les *Monographies* du volume II, les causes des échecs.

[2] En 1880, le journal arabe, le *Mostakel*, imprimé en Italie, est distribué à profusion parmi les Arabes d'Algérie. M. Roustan éveille l'attention du Gouvernement de la colonie (P. H. X. : *La politique française en Tunisie*, 1891, p. 107-8).

[3] Le projet Constans-Magnin (1881) portait la création de 300 villages, dont 150 sur le domaine. Le projet Waldeck-Rousseau-Tirard date du 3 juillet 1883 (*J. Off.*, *Chambre*, *Doc. Parlem.*, 1883, 2e vol., p. 1347, n° 2101), complété par un projet sur le mode d'aliénation des terres du 27 juillet (*ibid.*, p. 1431, n° 2215).

gouvernementale allait à la concession gratuite, seul appât efficace de l'immigration, seul mode comportant l'obligation de résidence. Quant à la vente aux enchères des parcelles domaniales, elle était limitée aux acquéreurs français, excluant les étrangers et les indigènes. C'est dans ces mesures restrictives et prohibitives qu'il faut chercher l'idée directrice de cette législation.

Le projet fut rejeté (par 249 voix contre 211), moins en raison des combinaisons financières — d'ailleurs ingénieuses[1] — qu'il impliquait, moins par apitoiement pour les Arabes frappés d'expropriation, que par l'hostilité des agrariens et protectionnistes de la Métropole, redoutant qu'on débauchât leurs paysans ou journaliers vers l'Algérie, cette Algérie dont les céréales et les vins menaçaient de concurrencer les blés et vins de France[2]. Ce même sentiment se manifeste encore dans les deux délibérations que le Sénat consacra à un projet gouvernemental qui lui fut soumis en 1886[3], et discuté seulement trois ans et demi après[4]. Il fallut rappeler aux agrariens, partisans des *latifundia*, que l'on visait à multiplier les petits et moyens possesseurs et non à constituer une aristocratie foncière (le mot *féodal* fut même prononcé), et le sous-secrétaire d'État, M. Étienne, évoquant l'invasion espagnole en Oranie, déclara : Si l'on ne veut pas « contre-balancer cette population espagnole, je dis qu'il ne faut plus nous occuper de coloniser et que nous devons renoncer à posséder l'Algérie ». Le compte-rendu ajoute : *Exclamation à droite*[5]. La loi fut votée ; elle fit le voyage du Luxembourg au Palais-Bourbon, qui la reçut dans ses cartons funéraires.

III

Pendant que son sort se débattait au Parlement, la colonisation officielle se poursuivait en Algérie pour le plus grand profit... des Algériens. Ce fut pour ces derniers une abondante distribution de manne territoriale. En 1880, au bout de la première décade, avaient été installées 3.891 familles venues de France, 4.582 algériennes. Et, comme l'appétit vient en mangeant, les colons prétendirent mettre le domaine en coupes réglées, et exclure l'intrus, c'est-à-dire le métropolitain. Celui-ci, d'ailleurs, ne montra pas d'empressement ; en 1892, sur 152 acheteurs du domaine, on compte 38 Français, et l'Administration se félicite de ce nombre exceptionnellement élevé[1].

Quant aux candidats concessionnaires, la France, semble-t-il, envoie le rebut de ses campagnes, les individus sur lesquels les communes fournissent de faux renseignements pour s'en débarrasser. Pour ceux-là, la colonisation officielle n'est qu'une forme de l'assistance publique.

En dépit de ces déboires, l'Administration, avec un beau courage, continue son œuvre ; le gouverneur général, M. Cambon, rappelle aux champions de « l'Algérie aux Algériens » que « le but essentiel de la colonisation » est l'introduction de Français de France[2]. Aussi de 1891 à 1900, avec le faible crédit annuel de 2 millions, 45 centres sont créés ou agrandis, des essaims français s'enfoncent comme des coins dans la masse indigène et s'aventurent dans le sud, au seuil de la région pastorale. En 1901, sur les 375 territoires allotis depuis 1871, sont dénombrés 60.116 Français. Quelle est la proportion des métropolitains, des Algériens, des naturalisés[3] ? Ce qui se dégage de la statistique, c'est que, des 5.655 chefs de famille métropolitains primitivement établis, il n'en restait sur place, d'après le dernier recensement, que 2.133, plus 587 nouveaux propriétaires, venus de France. La désertion des Algériens n'a pas été moins intense : des 7.646 attributaires primitifs, 3.051 seulement sont demeurés ; mais les déchus ou évincés ont été remplacés par 2.969 nouveaux investis. Donc, jusqu'à la fin du XIXe siècle, la colonisation officielle a été pratiquée surtout au moyen et au profit de l'élément algérien.

IV

Depuis ces derniers temps, l'Administration s'est efforcée de réagir ; elle a su, par une propagande avisée, affiches, livrets, création à Paris de *l'Office de l'Algérie*, par une sélection sévère et judicieuse, recruter des colons pourvus d'un capital, d'un cheptel ou d'un matériel agricole. Elle a distribué en 1902 des lots domaniaux à 187 familles métropolitaines et seulement à 106 algériennes[1] ; en 1903,

---

[1] Le rapporteur, M. Thomson, avait proposé la création d'une caisse de colonisation.

[2] Discours de M. Guichard, *Chambre*, Débats 1883, p. 2989. Le Rapport de M. Marquis au Sénat (*Doc. Parlem.*, 1884-5, p. 15, n° 22) émettait des réserves sur l'interdit qui frappait les étrangers, puisque la France n'avait pas surabondance d'ouvriers agricoles.

[3] *Sénat*, *Doc. parlem.*, 1885-1886, p. 193, n° 166 (20 avril 1886) : Projet signé de MM. Sarrien et Sadi-Carnot.

[4] Le débat s'ouvrit le 9 décembre 1889 (*Sénat*, *Débats*, 1889, p. 1193 et suiv.).

[5] *Ibid.*, p. 1208.

[1] Conseil sup. de gouvernement : *Procès-verbaux et exposé de la situation*, sess. ord., 1893, p. 105. Sur les prétentions des Algériens, voir un article de Morinaud, du 12 octobre 1889, cité par R. Bergot : *L'Algérie telle qu'elle est* (Savine, 1890, p. 296). « Des agrandissements pour les colons, l'attribution de concessions aux seuls fils de colons (*sic!*), voilà le travail auquel devrait s'atteler un gouvernement digne de ce nom. »

[2] Conseil sup., Session ord., 1897, p. 490.

[3] Sur la naturalisation automatique, qui fonctionna à partir de 1889, v. Demontès, p. 563 et suiv.

[1] *Bulletin de l'Office de l'Algérie*, 1903, p. 66-70, 1904, p. 368.

les métropolitains font prime, 376 contre 160 concessionnaires algériens; en 1904, 207 chefs de famille de France sont affectés à 19 centres.

Mais, avec la pénurie des terres et l'afflux des quémandeurs, l'Administration cessa ses largesses, et le décret du 13 septembre 1904 édicta, comme mode normal d'aliénation du domaine, la vente à prix fixe ou aux enchères, exceptionnellement de gré à gré. Mais sont seuls admis comme acquéreurs à titre onéreux les Français ou naturalisés. Et les restrictions imposées par le décret de 1878 aux seuls bénéficiaires de concessions gratuites atteignent les acheteurs eux-mêmes : car ceux-ci n'auront pas la faculté de se défaire, suivant leur caprice, du sol qu'ils auront payé à beaux deniers comptants; ils n'auront pas celle de le délaisser; ils seront des propriétaires attachés à la glèbe. Ils sont tenus, en effet, de transporter leur domicile sur leur domaine, d'y résider avec leur famille d'une façon effective et permanente, de l'exploiter personnellement pendant dix ans, sauf à se substituer une famille remplissant les mêmes conditions d'origine.

Enfin — disposition caractéristique — deux tiers des lots à vendre seront réservés aux métropolitains.

Et ceux-ci n'ont usé que modérément de ce privilège. Aux premières ventes qui s'ouvrirent au printemps 1905, les Français achetèrent 54 lots pour 350.000 francs, les Algériens 53 pour 367.000[1]; à la seconde expérience, au début de 1906, sur 80 lots à titre métropolitain, 26 seulement furent adjugés; les Algériens s'en disputèrent 35 sur 43, avec d'étonnantes surenchères[2]. Malgré tout, en deux ans, l'effectif des colons métropolitains s'est accru; on ne jugera pas trop modeste l'appoint de 80 à 90 familles, si l'on songe que la qualité prime ici le nombre.

Plus efficace est la concession gratuite, toujours en honneur, ce dont témoignent les listes d'attributaires publiées par le *Bulletin de l'Office de l'Algérie*. Grâce aux fonds d'emprunts, le programme a été simplifié et du même coup adapté aux circonstances naturelles : pour l'élevage, pour la culture extensive des céréales, la superficie du lot, au lieu du maximum de 40 hectares, peut s'étendre jusqu'à 200, suivant le coefficient présumé du rendement.

Les attributaires sont de préférence groupés avec leurs compatriotes, suivant la méthode maintes fois pratiquée du recrutement régional ou départemental[1] : les Alpes et le Massif Central sont les pépinières des colons algériens.

En somme, depuis la mise en vigueur de la nouvelle charte, 683 familles ont été établies, à titre gratuit et onéreux[2]; nous défalquons un tiers d'Algériens : devraient rester 455 familles métropolitaines, c'est-à-dire un contingent de 1.400 à 1.600 personnes. C'est, pour moins de deux années, un résultat respectable, d'autant plus précieux que ces nouveaux venus apportent avec eux un petit capital, instrument de succès et de fortune[3].

V

Etablissons le bilan du peuplement national : 30 milliers de colons métropolitains implantés en Algérie depuis trente ans[4], et au prix de quels sacrifices[5] ! Il y aurait injustice à mesurer d'après ce chiffre brut la colonisation officielle. Héritière à titre onéreux de traditions et d'errements qu'on a pu jusqu'en ces derniers temps dénoncer avec âpreté[6], elle s'est rénovée, a pris conscience de son but et de sa méthode; elle a campé dans des régions neuves, et notamment sur les Hauts-Plateaux, des postes avancés de cultivateurs français; elle renforce la densité des centres anciens; la carte se jalonne de noms nouveaux, toponymie souvent un peu déconcertante, mais qui élimine les appellations indigènes[7]; les villages se relient par

[1] *Ibid.*, 15 mai 1905, p. 146. Devant les *Délégations financières*, session de mai 1906 (assemblée plénière, p. 589), le Gouverneur général mentionne que, sur 108 lots réservés aux métropolitains, 81 ont été aliénés : les Algériens en ont acheté 51 des 60 qui leur étaient dévolus. Les enchères montèrent au point qu'un domaine exposé à 10.824 francs fut adjugé pour 41.000.

[2] Au début de 1907, la troisième vente exposait 155 propriétés rurales; sur les 104 destinées aux immigrants, 45 sont déjà vendues; sur les 51 lots à titre algérien, 41 avaient trouvé preneurs (*Bull. Off. Algérie*, 1er mars 1907, p. 66).

[1] Sur les villages départementaux, voir la monographie de M. V. Demontès : Vesoul-Banian. (*Bull. Soc. géogr. Algér.*, t. VIII, 1903, p. 365-427.) En 1905, le village de Gambetta est peuplé de 19 familles de Mariand, celui de Roknia de 7 familles de Bédejun, deux petites communes des Basses-Alpes, que cet exode a dû vider.

[2] *Rapport général aux Délégations*, mai 1906, p. 26. Le rapport compte 1.358 personnes sur 283 concessions gratuites; il y a donc lieu d'ajouter à ce chiffre 150 ou 200 personnes de familles d'acheteurs.

[3] Ce capital se décompose en 1.465.000 francs espèces, 140.000 francs cheptel, 1.811.000 francs immeubles (Dr Cazeneuve : *Rapport sur le budget de l'Algérie pour l'exercice 1907*, t. I, p. 541-542. Doc. parlementaire, 1906, 352 *ter*).

[4] Peyerimhoff, t. I, p. 95, évalue le nombre des immigrants français établis à 25.000 de 1871 à 1895; de 1896 à 1900, l'Algérie a reçu 16.500 immigrants européens (Demontès, p. 76); nous affectons généreusement un tiers à nos compatriotes. Remarquons que la *Statistique générale de l'Algérie* consacre un tableau aux voyageurs et passagers : elle ignore les immigrants proprement dits.

[5] La comptabilité de la colonisation a été si embrouillée — intentionnellement — que nous accepterons, pour le coût de l'installation de chaque métropolitain, l'évaluation de M. de Peyerimhoff, soit 1.485 fr. 03.

[6] Rouire : *Rev. des Deux Mondes*, 15 octobre 1901.

[7] En 1904, nous relevons 9 dénominations nouvelles de centres; 8 en 1905, dont *Gambetta*, *Waldeck-Rousseau*, *Jeanne d'Arc* !

des hameaux et groupes de fermes qui humanisent le paysage algérien.

La colonisation officielle régit les manifestations et tentatives de peuplement en apparence les plus spontanées : c'est sur un territoire concédé que sera bâti le village coopératif de Tirman, à 40 kilomètres de Sidi-Bel-Abbès ; les frais d'aménagement sont à la charge du Gouvernement général[1].

La colonisation officielle prépare l'assiette et trace le cadre de la colonisation privée. Ici, contrairement à ce qui s'est passé ailleurs, c'est l'État qui est le pionnier, comme il a été le conquérant, comme il est avec les indigènes le régulateur des transactions foncières[2]. C'est lui qui est le vrai colon, et il est merveilleux qu'il se soit tiré honorablement de sa tâche, ayant à lutter contre la nature, contre les anciens occupants, contre les Français d'Algérie et contre les Français de France.

Nous n'apprécierons pas ici le rôle de la colonisation officielle comme facteur de la prospérité économique de l'Algérie ; c'est l'entreprise politique qui prend une signification d'autant plus haute que l'Algérie devient, entre la Tunisie et le Maroc, le boulevard et le foyer de la puissance française dans l'Afrique du Nord.

Bertrand Auerbach,

Professeur à l'Université de Nancy.

LA TAUTOMÉRIE

DEUXIÈME PARTIE : CLASSIFICATION, CAUSES ET MÉCANISME DE LA TAUTOMÉRISATION

Dans une première partie[3], après un court historique, nous avons principalement étudié les méthodes qui permettent de déceler l'existence de combinaisons tautomères ; nous allons maintenant indiquer les principes de leur classification et rechercher les causes et le mécanisme du phénomène de la tautomérisation.

I. — Classification des combinaisons tautomérisables.

La seule classification qui ait été proposée est celle de Laar[4]. Cette classification, il faut le dire, n'avait d'autre prétention que de constituer un catalogue des divers tautomères connus à l'époque où elle a paru, et de servir de cadre pour quelques-uns de ceux qu'on découvrirait dans la suite. Cet auteur considère deux grandes catégories de combinaisons tautomères : le groupe des *dyades*, ou *artiades*, et le groupe des *triades*, ou *périsades*.

Il nomme *dyade* le groupement de deux atomes polyvalents A et B, unis directement ou indirectement, et entre lesquels oscille un atome ou un radical monovalent qui s'attache soit sur A, soit sur B. Si les atomes A et B sont séparés par un atome d'un élément polyvalent, le groupement devient une *triade*. Si, enfin, les atomes qui séparent A de B sont en nombre supérieur à 1, on aura des *artiades* dans le cas où leur nombre sera pair, des *périsades* si leur nombre est impair[1].

§ 1. — Catégorie des dyades.

Laar n'y considère qu'une classe, comprenant les nitriles et carbylamines : Az ⁝ C.R et R.Az ⁝ C, les aldéhydes et l'éthénol (hypothétique) — CH:O et =C.OH. Les alcools cétoniques, tels que l'acétol, sous leurs deux formes :

$$CH^3.CO.CH^2OH \quad \text{et} \quad CH^3.C(OH)-CH^2,$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad O$$

trouveraient aussi place dans cette catégorie, dans un second groupe non prévu par Laar.

§ 2. — Catégorie des triades et périsades.

1re Classe : Un atome de C central.

1er *Groupe*, ou groupe des *amides*. — Groupements : AzH.C:O et —Az:COH. Ex. : amides, composés amidés, acide cyanurique, lactames, indols, etc.

---

[1] Voir *Bull. Soc. des Etudes algériennes*, avril-mai 1905, juillet-octobre 1906. Cf. Comte de Rocquigny : *La coopération dans l'agriculture algérienne* (Musée social, Mém. et Doc. 1906, p. 294 et suiv.).

[2] Projet d'introduction de l'Act Torrens *tunisifié*. (*Bull. office Algérie*, 1905, p. 101).

[3] Voir la *Revue* du 15 Avril 1907, t. XVIII, p. 283.

[4] *Ber.*, t. XIX, p. 730.

[1] Les artiades et périsades doivent être envisagées comme résultant de la condensation des dyades entre elles ou avec des triades :

$$-AzH.C:Az- \quad \text{et} \quad -Az:C.OH$$

donnant ainsi

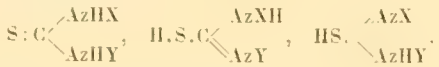
$$-AzH.C:Az.C:O \quad \text{et} \quad Az:C.Az.C.OH.$$

2e *Groupe*, ou groupe des *thioamides*. — Groupements : —AzH.C:S et —Az:C.SH.

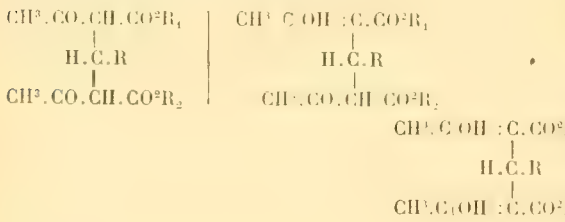
3e *Groupe*, ou groupe des *amidines*. — Groupements : X.AzH.C:AzY et XAz:C.AzHY. Les types de ce groupe présentent, pour la plupart, la tautomérie virtuelle. Les principaux constituants de ce groupe sont : les amidines, amidoximes, cyanimides, etc.

4e *Groupe*, ou groupe des *thioacides*. — Groupements : H.S.C:O et S:C.OH.

Types mixtes. — A la suite se placent les périsades résultant de la combinaison des types des divers groupes de cette classe. — Ex. : les dérivés dissymétriques des sulfo-urées :



et quelques autres cas étudiés par Knorr sous le nom de cas de *double* tautomérie. Ex. :



2e CLASSE : Deux atomes de C, l'un central, l'autre terminal.

1er *Groupe*, ou groupe des *aldéhydes*, *acétones*, *phénols*. — Groupements : =C:C.OH et O:C.CH.

Ex. : cétones, aldéhydes (dont l'une des deux formes seule est connue), phénols, éthers β-cétoniques, maloniques, dérivés quinohydriques, phloroglucine, composés contenant ce que Claisen[1] nomme les groupements formylique et oxyméthylénique H.C.OH, etc.

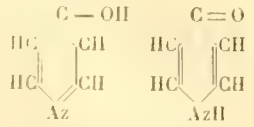
2e *Groupe*, ou groupe des *thioaldéhydes* et *thioacides*. — Groupements : =C:CSH et S:C.CH.

3e *Groupe*, ou groupe des *cétimines*. — Groupements = CH.C:Az — et = C:C.AzH —.

Ex : produits de condensation des amines et des aldéhydes et cétones, acides amido, anilido et uramido-acétylacétiques.

A cette classe se rattachent les périsades provenant de la condensation des triades appartenant aux deux groupes de la 2e classe.

Ex. : les pyridones para :



[1] *Liebigs Ann.*, t. CCLXXXI, p. 310.

3e CLASSE : groupe de 3 atomes de C, soit = CH.C:C = et = C:C.CH =, comprenant les dérivés des carbures non saturés éthyléniques.

Ex. : les acides non saturés β :

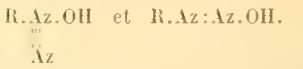
$$RCH^2.CH:CH.CO^2H \rightleftarrows RCH:CH.CH^2.CO^2H.$$

Voire même le benzène, si l'on admet, avec Kékulé, que sa double liaison soit oscillante, etc.

4e CLASSE : Triades exemptes de C.

1er *Groupe*, ou groupe des *isonitrés* : HO.Az:Az — et O:Az.AzH —.

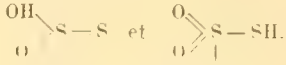
Dans ce groupe rentrent tous les dérivés isonitrés, les nitramines et aussi les diazoïques, si, avec Bamberger, on admet que leurs isomères sont représentés par les schémas :



Mais si, avec Hantzsch, on rattache leur isomérie à l'existence d'une forme *syn* et d'une forme *trans*, on n'a plus le droit de faire entrer les diazoïques dans ce groupe.

2e *Groupe*, ou groupe des *diazoamidés*. Groupements : —AzH:Az:Az — et —Az:Az.AzH —, présentant la tautomérie virtuelle.

3e *Groupe*, ou groupe des *acides thiosulfoniques*. — Groupements :



5e CLASSE : Triades comportant 1 atome de Az central et 1 atome de C terminal.

1er *Groupe*, ou *groupe des nitrosés et isonitrés*. Groupements : H.OAz:C = et O:Az.CH =.

Ex. : pseudo-acides, oximes, etc.

2e *Groupe*, ou groupe des *hydrazones*. Groupements : — AzH — Az:C = et — Az:Az.CH =.

Exemple : l'éthane-azobenzène, qui, sous l'influence des acides minéraux, se transforme en phénylhydrazone de l'aldéhyde.

Dans ce groupe, l'isomérie de structure confine de si près à la tautomérie qu'il n'a pas été toujours possible de se prononcer dans tous les cas sur la réalité d'existence de l'une ou de l'autre.

On rattache à cette classe les *pentades*, *heptades*, etc., etc., obtenues par la condensation des triades appartenant aux divers groupes précédents. Exemples : les nitrosophénols : $C^6H^4(O/AzOH \rightleftarrows C^6H^4(OH)$ Az:O (combinaison de deux triades de la 5e classe); la phénylhydrazone de l'éther acétylacétique : $CH^3.C(:Az.AzH.C^6H^5).CH^2.CO^2C^2H^5$ (combinaison de deux triades de la 5e classe et d'une triade de la 2e).

L'accumulation des triades détermine l'augmentation du nombre d'isomères possibles. — L'hy-

drazone de l'éther acétylacétique, par exemple, peut exister sous trois formes :

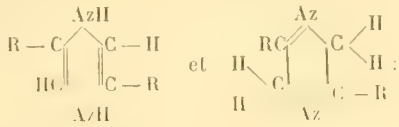
$$\begin{array}{l|l|l} CH^3.CH.CH^2.CO^2C^2H^5 & CH^3.C.CH^2.CO^2C^2H^5 & CH^3C:CH.CO^2C^2H^5 \\ \quad\;\; | & \quad\;\; \| & \quad\;\; | \\ \quad Az:Az.C^6H^5 & \quad Az.AzH.C^6H^5 & \quad AzH.AzH.C^6H^5. \end{array}$$

Ce cas et d'autres analogues sont ceux que Knorr désigne sous le nom de *double tautomérie* ; l'étude en présente de grandes dificultés, par suite de la superposition des isoméries d'ordre stéréochimique aux isoméries d'ordre tautomérique.

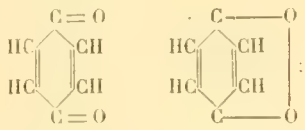
6e CLASSE : Groupements comportant 1 atome de Az entre 2 atomes de C terminaux.

Un groupe unique : Groupements : CH.Az:C = et = C:Az.CH — Mal connu. Les types de ce groupe présentent la tautomérie virtuelle et manifestent d'étroites analogies avec les types décrits dans le 2e groupe de la 2e classe.

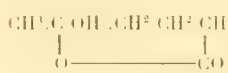
TYPES MÉLANGÉS. Sous cette rubrique, Laar décrit un certain nombre de groupes dérivant des précédents ; il y place : les dérivés *hydropyridiques*, les *diisoindols* :



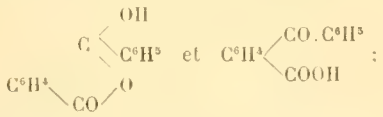
les dérivés *quinoniques* :



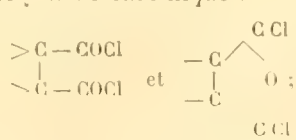
les dérivés *lactoniques*, par exemple les deux formes de l'acide lévulique :



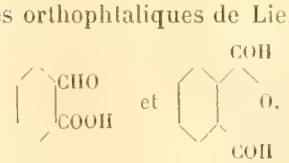
(Bredt) et $CH^3CO.CH^2.CH^2.CH^2.CO^2H$; les *acides benzoylbenzoïques*, étudiés par MM. Haller et Guyot et H. Mayer :



les dérivés de l'*acide succinique* :



les aldéhydes orthophtaliques de Liebermann :



et enfin un certain nombre d'autres corps, ne trouvant pas leur place dans les classes précédentes et qui se réfugient dans celle-ci.

II. — CAUSES PROVOQUANT LA TAUTOMÉRIE.

§ 1. — Causes physiques.

1. *Action de la chaleur.* — Pour une substance tautomérisable donnée, il existe en général une limite supérieure au-dessus de laquelle un des desmotropes n'existe plus en quantité appréciable, et une limite inférieure au-dessous de laquelle l'autre desmotrope n'existe pas encore. Dans l'intervalle de température compris entre ces deux limites extrêmes, la substance est constituée par un mélange allélotrope des deux desmotropes en proportions variant avec la température. Les températures basses sont peu favorables aux modifications tautomériques[1] ; ainsi, les deux formes aldéhydique $C^2H^5CO^2.CH(C^6H^5).CHO$ et énolique $C^2H^5CO^2.C(C^6H^5):CH(OH)$ de l'éther formyl-phénylacétique se conservent toutes deux sans altération si on les maintient à basse température, tandis que, par élévation de température aux environs de 70°, la forme cétonique se transforme en énol, qui est le desmotrope stable au-dessus de 75° (Wislicenus). L'énol se trouve donc à l'état métastable aux températures basses. Le plus généralement, l'élévation de température favorise l'énolisation ; néanmoins, cette règle souffre de nombreuses exceptions.

2. *Action des autres agents.* — L'action des autres agents physiques n'a pas été étudiée.

§ 2. — Causes chimiques.

1. *Action des bases et acides.* — Ainsi que nous l'avons déjà dit à plusieurs reprises, les hydrates et alcoolates alcalins employés en excès déterminent rapidement l'énolisation complète des cétols. L'élévation de température favorisera naturellement l'action énolisante des bases ; au contraire, l'abaissement de température la diminuera et pourra même la paralyser, ce qui, d'après Stobbe et Wiedermann, serait réalisé pour la température de la neige carbonique.

Les hydrates d'autres oxydes métalliques agissent de la même façon que les alcalis, mais avec une intensité moindre. Avec des bases faibles, des cas intéressants peuvent se présenter ; Wislicenus (*loc. cit.*) cite, en particulier, celui de l'action de l'hydrate cuivrique sur les deux formes desmotropes de l'éther formylphénylacétique, qui lui a

[1] D'après Schenck et Hellenberger (*loc. cit.*), l'éther acétylacétique est uniquement cétonique au-dessous de 140° ; ce n'est qu'au-dessus de cette température qu'il commence à être constitué par un mélange de cétone et d'énol.

fourni deux sels auxquels il attribue respectivement les formules :

$$\begin{array}{lcl} CH-OM & \text{et} & \overset{M}{C}=O \\ & & | \\ C-C^6H^5 \quad (1) & & CH-C^6H^5 \quad (2) \\ & & | \\ COOC^2H^5 & & COOC^2H^5. \end{array}$$

La variété n° 2 n'a aucune stabilité et elle se transforme rapidement en variété n° 1. Mais ce fait, à ma connaissance, n'a jamais été constaté que pour les dérivés aldéhydiques, et sa possibilité doit être attribuée au caractère déjà notablement acide de l'atome d'H du groupement — HC : O.

L'argent possède une aptitude toute particulière à provoquer la tautomérisation des molécules de constitution variable. La transformation du cyanure d'argent en carbylamine en est une preuve. Une autre, également, nous est fournie par les recherches de MM. Haller et Blanc[1] sur les éthers acylcyanacétiques ; ces auteurs ont, en effet, montré qu'en passant à l'état de combinaison argentique, le complexe — CO.CH(CAz)CO^2R se tautomérise en — C(OH) : C(CAz)CO^2R. Wislicenus et Goldschmidt[2] ont signalé des faits analogues à propos de l'action d'un iodure alcoolique sur le dérivé argentique d'une amide : R.CO.AzH^2 → R.C (: AzH)OAg → R.C (: AzH)OR'. Le rôle obscur de l'argent dans ces tautomérisations a été récemment élucidé, tout au moins en ce qui concerne la formation des carbylamines. M. Guillemard a prouvé la formation d'une combinaison double de CAzAg et de carbylamine, qui, insoluble, échappe à la transposition moléculaire, tandis que, si l'on opère avec le KCAz, la combinaison double insoluble ne se faisant pas, la carbylamine se transforme en nitrile.

Les bases pyridiques et pipéridiniques, d'après Schiff[3], agiraient en sens inverse des alcalis et favoriseraient le maintien de la forme cétonique ou le retour de la forme énolique à celle-ci. Il y a là une anomalie difficilement explicable, attendu que ces bases ont une énergie qui les rapproche des alcalis et qui est, en tout cas, très supérieure à celle de l'oxyde d'argent.

Les *acides* agissent sur les sels des énols *acides* en produisant un résultat inverse de celui qu'on observe dans l'action des bases ; le résultat de leur présence est de ramener plus ou moins complètement à l'état de cétone les énols libérés de leurs combinaisons salines. Par contre, dans le cas de pseudobases, dont les énols ont un caractère *basique*, la production de cette fonction énol est favorisée par la présence d'un acide susceptible de la saturer.

[1] *Bl. Soc. Chim.*, t. XXIII, p. 240.
[2] *Ber.*, t. XXXIII, p. 1467.
[3] *Ber.*, t. XXXI, p. 205.

2. *Action des dissolvants.* — J'estime que les dissolvants doivent être placés parmi les réactifs chimiques susceptibles d'agir sur les substances tautomérisables. Un certain nombre de solvants, en effet, réagissent sur ces substances, proportionnellement à leurs masses, et provoquent leur tautomérisation. Un exemple tout à fait typique à cet égard est celui de l'éther dichlorohydroquinonedicarbonique $C^6H^2O^2Cl^2(CO^2C^2H^5)^2$, dont l'une des formes desmotropiques reste inaltérée lorsqu'on le dissout dans le benzène ou l'éther de pétrole, mais qui, au contraire, par dissolution dans l'alcool, se tautomérise à la faveur d'une combinaison, isolable, qu'elle forme avec le solvant[1].

Au point de vue de leur action sur les substances tautomérisables, les solvants peuvent se classer en deux catégories : celle des solvants *non tautomérisants*, tels que le benzène, le chloroforme, le sulfure de carbone, et celle des solvants *tautomérisants*, tels que l'eau, l'alcool, l'acétone, etc... ; l'éther, suivant les cas, se placera dans l'une ou l'autre de ces catégories (le plus souvent dans la première). Sauf quelques exceptions concernant les éthers formylacétylacétiques, les solvants de la première catégorie ne modifient pas l'état d'un desmotrope ni celui d'un mélange allélotrope, tandis que ceux de la deuxième provoquent l'énolisation des formes cétoniques et, d'une façon plus générale, favorisent la production d'un desmotrope à fonction hydroxylée. Cette énolisation est d'autant plus rapide et plus complète qu'on opère à une température plus élevée ou à une dilution plus grande.

Brühl[2], qui a étudié, par sa méthode spectrométrique, le mode d'action des dissolvants sur les substances à constitution variable, a remarqué que la tautomérisation ne suit pas immédiatement la dissolution, mais qu'elle est précédée d'une période plus ou moins longue, durant laquelle la substance dissoute subit une désagrégation moléculaire. Le même auteur ajoute que les solvants possédant le maximum d'action sont l'eau et les alcools, et qu'enfin l'action de ceux-ci aboutit toujours à une énolisation complète de la cétone. L'exactitude de ce dernier point a été contestée par Wislicenus[3], et MM. Haller et Minguin[4] ont montré que, en présence d'alcoolates alcalins, les camphres cyanés, traités par un iodure de radical alcoolique RI, donnent à la fois les dérivés énoliques :

$$\begin{array}{c} CR \\ | \\ C-OH \end{array}$$

[1] *Ber.*, t. XXI, p. 1754.
[2] *Ber.*, t. XXXII, p. 2326.
[3] *Ber.*, t. XXXII, p. 2837.
[4] *C. R.*, t. CXXXVI, p. 1525.

et les dérivés cétoniques :

CHR

C = O,

alors que ces derniers subissent l'énolisation lorsqu'on les dissout dans un solvant tautomérisant. Perkin sen. (*loc. cit.*) est arrivé à des résultats analogues à propos des solutions aqueuses des glucoses.

Enfin, j'ajouterai que Stobbe et Wiedermann[1] ont conclu, d'expériences sur des dicétones semicycliques de la série pentaméthylénique, que les solvants tautomérisants provoqueraient indistinctement l'énolisation des cétols et la cétonisation des énols; ce seraient des catalyseurs *activants*, tandis que les non tautomérisants seraient des catalyseurs *retardateurs*; une trace d'un catalyseur activant suffirait pour modifier profondément la constitution d'un desmotrope. C'est précisément l'une des raisons qui avaient engagé Goldschmidt à employer l'isocyanate de phényle comme réactif susceptible de fixer la fonction réelle de certains desmotropes. Il pensait que, le premier effet de ce réactif étant de détruire les moindres traces d'eau que peut contenir le desmotrope, la réaction s'effectuerait entre l'excès d'isocyanate et le desmotrope exempt de toute substance étrangère capable de modifier sa fonction.

3. *Action des divers réactifs propres à agir sur l'une ou l'autre des fonctions des deux desmotropes.* — Une question intéressante se présente : Etant donnée, par exemple, une substance susceptible de fournir un énol et un cétol, qu'adviendra-t-il si on traite l'énol par les réactifs des cétones, et inversement le cétol par les réactifs des énols? D'après ce que nous savons déjà, nous pouvons répondre à cette question. Dire que nous partons du desmotrope A, cela signifie qu'à la température à laquelle nous opérons le produit que nous considérons est constitué, pour la *plus grande part* α, par ledit desmotrope A, mélangé à des traces β de l'autre desmotrope B; entre α et β, l'état d'équilibre est réglé par les conditions extérieures. Si nous faisons réagir sur ce mélange un réactif inapte à se combiner avec A, mais capable de le faire avec B, nous ferons disparaître, sous forme de combinaison, la portion β et nous romprons l'équilibre. Pour compenser cette disparition du desmotrope B, une portion de A se tautomérisera en B, qui disparaîtra à nouveau, et ainsi de suite jusqu'à destruction complète de la forme A, qui, par étapes successives, se sera transformée d'abord en B, puis en combinaison de B. Ceci nous explique pourquoi une réaction chimique ne peut être spécifique de la fonction réelle d'un desmotrope, et pourquoi une réaction colorimétrique, telle que celle au chlorure ferrique, destinée à caractériser cette fonction, est illusoire : le réactif introduit suffit à déterminer la création de la fonction à déceler, alors que celle-ci pouvait n'exister qu'à l'état de traces à côté de celle dont on voulait la différencier.

4. *Action du milieu.* — Dans l'action des réactifs sur les desmotropes, le milieu intervient également pour une part importante ; la nature et les propriétés de celui-ci sont capables d'influencer notablement les réactions qui s'effectuent en son sein. Les résultats différents obtenus dans l'action des chlorures d'acides sur l'éther acétylacétique, suivant les conditions de milieu, en sont une preuve[1] : lorsque la réaction se fait en milieu alcalin, le chlorure d'acétyle[2] ou l'éther chlorocarbonique[3] fournissent un mélange de dérivés C et O. Dans le cas de l'éther chlorocarbonique, moins acide que le chlorure d'acétyle, c'est surtout le dérivé C qui domine. Si, au contraire, on opère avec la pyridine anhydre, c'est uniquement l'éther O qu'on obtient[4]. Tel est encore le cas du propionylcarbinol[5], qui, ainsi que je l'ai montré, donne avec la semicarbazide une semicarbazone en solution alcoolique absolue, et un propionylcarbinolate de semicarbazide en solution aqueuse, ou encore le cas décrit par Simon de l'action de l'aniline sur l'acide phénylpyruvique.

Schiff[6] a précisément utilisé cette action du milieu pour réaliser la séparation des desmotropes des éthers β-cétoniques. Il les cétonise par la pyridine ou les bases pipéridiniques, ou les énolise par les alcoolates alcalins. Il traite ensuite ces desmotropes, fixés dans leurs formes, par un réactif capable de réagir à la fois sur la fonction cétone et sur la fonction énol, par exemple une amide, et obtient de la sorte, à l'état de pureté, la combinaison de l'un ou de l'autre desmotrope. Wislicenus, avant Schiff, avait du reste pu, comme il a été dit plus haut, séparer à l'état de sel de cuivre les deux variétés desmotropiques de l'éther formyl-phénylacétique.

Dans bien des cas, une substance tautomérisable fournit, au cours d'une réaction, les deux dérivés

[1] *Liebigs'Ann.*, t. CCCXXVI, p. 347.

[1] Ainsi, par exemple, M. Haller (*C. R.*, t. CII, p. 974) a montré autrefois que la potasse alcoolique agissait sur les urées, les transformant en cyanate de potasse et ammoniaque. Or, on sait qu'en milieu aqueux c'est la réaction inverse qui se produit, ce qui fait que, suivant les conditions de milieu dans lesquelles on opère, elles se comportent soit comme des diamides, soit comme des isocyanates d'ammoniaque.

[2] *Ber.*, t. XXV, p. 410 et 1040.

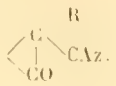
[3] *Ber.*, t. XXV, p. 1760.

[4] *Ber.*, t. XXXIII, p. 1242.

[5] Kling : *Th. F. Sc.*, Paris, 1905.

[6] *Berich.*, t. XXXI, p. 1388.

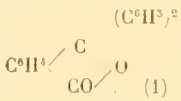
correspondants à ses deux variétés desmotropiques, et qui possèdent une stabilité suffisante pour que la forme de chacun d'eux soit immuable. Telle l'action des iodures alcooliques sur les dérivés des camphres cyanés, qui a fourni à MM. Haller et Minguin[1], puis à M. Haller[2], les deux isomères alcoylés, l'un cétonique :



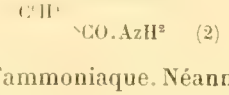
l'autre énolique :

non transformables l'un dans l'autre.

Il y a également des cas où, par suite de la multiplicité des conditions favorisant l'existence d'un des desmotropes ou de ses dérivés, on retombe toujours sur lui alors qu'on cherche à préparer l'autre ou les dérivés de celui-ci. C'est le cas, par exemple, de l'éther benzoylbenzoïque, étudié par MM. Haller et Guyot[3], et dont le chlorure fonctionne bien comme tautomère, puisqu'il donne :



en réagissant sur le benzène, et



par l'action de l'ammoniaque. Néanmoins si, à l'aide de ce chlorure, on cherche à préparer les éthers alcoylés correspondant aux desmotropes 1 et 2, on échoue et on retombe uniquement sur l'un d'eux, de *stabilité* favorisée. La forme desmotropique moins favorisée du chlorure d'éther benzoylbenzoïque n'en existe pas moins à l'état libre; Hans Meyer[4] l'a obtenue et décrite sous le nom de forme ψ, dans l'action du chlorure de thionyle sur l'éther benzoylbenzoïque. En partant de cette variété desmotropique, il a pu préparer toute une série de dérivés, isomères de ceux obtenus par MM. Haller et Guyot, et qui sont les desmotropes ψ vainement cherchés jusqu'alors.

Nous citerons enfin des cas extrêmes, où seule l'une des formes desmotropiques est stable : c'est le cas de l'aldéhyde (forme stable), en laquelle se transforme toujours l'éthénol (forme instable), et les cas de tautomérie virtuelle sur lesquels nous reviendrons dans un instant.

[1] *C. R.*, t. CXVIII, p. 690.
[2] *C. R.*, t. CXXXVI, p. 789.
[3] *Bull. S. Ch.*, t. XXV, p. 49.
[4] *Monatsh.*, t. XXV, p. 1177.

Nous nous contenterons actuellement de conclure de l'ensemble des faits connus que, de toutes les combinaisons tautomérisables, ce sont celles dont l'H mobile n'a pas été remplacé qui subissent le plus aisément la tautomérisation dans un sens ou dans l'autre.

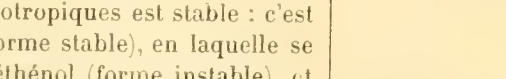
Quant à l'influence de la nature des radicaux substituants sur la détermination de la forme desmotropique, elle est encore assez vague. Néanmoins, on constate que, par dissolution, les dérivés formylés se tautomérisent plus aisément que les dérivés du type acétylacétique[1]. En outre, ainsi que Claisen l'a exprimé le premier[2], « *la forme énolique d'un composé se produit d'autant plus facilement que le radical acide lié au groupe méthénique présente un caractère plus négatif* » (Règle de Claisen). Il faut ajouter, en outre, que la tendance à l'énolisation augmente avec le nombre de radicaux négatifs substitués : L'influence de la négativité des radicaux substitués sur le maintien de la double liaison nous est indiquée par la suite des dérivés du propylène : $CH^3.CH:CHOH$ n'est pas stable, tandis que $CH^3.CH:CHCl$, $CH^3.CH:CHCAz$, $CH^3.CH:CH.CO^2H$ le sont.

III. — Mécanisme de la tautomérisation.

Pour Laar (*loc. cit.*), les substances tautomérisables sont constituées par des molécules dans lesquelles un atome d'H ou un radical monovalent oscille perpétuellement entre deux positions extrêmes, d'où résulterait l'impossibilité d'attribuer une formule à de tels composés. Cette hypothèse n'est plus soutenable aujourd'hui, d'après ce que nous savons sur la réalité d'existence des variétés desmotropiques. Nous allons chercher à lui substituer une autre explication, reliant la tautomérisation à des causes chimiques.

Pour ma part, j'estime que la tautomérie n'est qu'un cas particulier d'un phénomène plus général, celui de la *dissociation*.

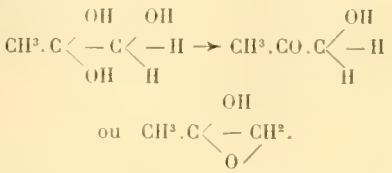
Prenons un exemple de tautomérisation d'un desmotrope par action d'un dissolvant : ce sera, si l'on veut, l'acétol, qui, anhydre, existe sous la forme cétonique $CH^3.CO.CH^2OH$, mais qui, en solution aqueuse, passe à l'état oxydique :



ainsi que le prouve l'expérience. Si nous examinons des solutions aqueuses d'acétol de teneurs croissantes en eau, et si nous déterminons leur coefficient de viscosité, nous constatons que la

[1] *Ber.*, t. XXXII, p. 2827.
[2] *Ber.*, t. XXV, p. 1763.

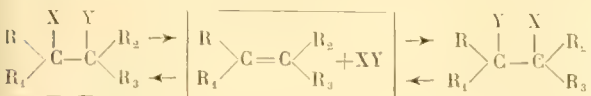
courbe représentative des valeurs de ces coefficients présente un certain nombre de points singuliers. Ces points se produisent pour des mélanges dont la composition correspond à celle d'hydrates définis, non isolables, à cause de leur instabilité. Si nous considérons, je suppose, l'hydrate à $1H^2O$, nous pouvons lui attribuer la constitution $CH^3.C(OH)^2.CH^2OH$; or, nous voyons qu'il peut perdre de l'eau de deux façons différentes, en donnant soit le produit cétonique primitif, soit l'oxydique[1] :



C'est donc par suite d'une hydratation et d'une déshydratation successives que cette tautomérisation s'est réalisée, et c'est à la faible quantité d'énergie mise en jeu au cours de ces deux réactions que nous devons leur reversibilité facile pour de faibles variations des conditions du milieu.

De même, au cours de la tautomérisation de l'éther dichloro-dihydroquinone-dicarbonique par dissolution dans l'alcool, Hantzsch et Hermann[2] sont, comme nous l'avons déjà dit, parvenus à isoler une combinaison formée entre la quinone et l'alcool, et par l'intermédiaire de laquelle se produit la tautomérisation. Ce processus de tautomérisation est général, et il est facile de s'assurer de la possibilité de son extension à tous les cas connus de tautomérisation par dissolution dans les solvants dits *ionisants*[3].

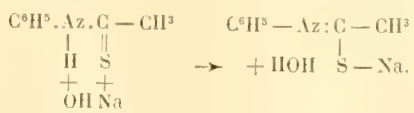
D'une façon analogue, le changement desmotropique est provoqué par l'élévation de température : le phénomène s'explique encore simplement en supposant une dissociation suivie d'une recombinaison des molécules dissociées :



[1] Kling : *Th. F. Sc.*, Paris, 1905.

[2] *Ber.*, t. XXI, p. 1754.

[3] Goldschmidt (B., t. XXIII, 253) explique le mécanisme de la tautomérie par une *ionisation*. D'après lui, si le thioacétanilide $C^6H^5.AzH.CS.CH^3$, en réagissant sur la soude et un iodure alcoolique, donne le desmotrope $C^6H^5.Az:C(CH^3)SR$ au lieu de l'autre $C^6H^5.Az(R).CS.CH^3$, cela tiendrait à ce que la soude est ionisée en $\binom{Na}{+}$ et $\binom{OH}{-}$; ces ions se porteraient sur les éléments et il en résulterait la réaction dans le sens suivant :



aboutissant à la réalisation du type 1 ou du type 2, suivant la température à laquelle on opère et pour laquelle la stabilité de 1 ou de 2 est la plus grande.

Un cas curieux, à ce point de vue, est celui que fournissent les recherches tout à fait récentes de M. Guillemard. Cet auteur a constaté que les cyanures métalliques, chauffés avec des agents d'alcoylation, dans des conditions déterminées de température et de temps, fournissent un mélange, en proportions variables, de nitrile et de carbylamine. A basse température, c'est la carbylamine qui prédomine; à température plus élevée, c'est le nitrile qui prend naissance. La raison en est que la carbylamine produite se combine avec les cyanures métalliques, pour donner des combinaisons, stables dans le cas du cyanure d'argent, instables dans les autres cas, et qui alors se dissocient pour donner soit de la carbylamine, si la température est basse, soit du nitrile, si la température est plus élevée. Dans ce cas particulier, tout se ramène donc à une isomérisation des carbylamines instables en nitriles plus stables. La réaction n'est pas réversible; il n'y a donc pas *tautomérisation*, mais simplement *isomérisation*.

Enfin, dans le cas de tautomérisation par action de réactifs, une explication analogue s'impose. Si, dans la synthèse des amidines, en particulier, on arrive au même résultat en faisant agir $R.CCl:AzY$ sur AzH^2X qu'en faisant réagir $R.CCl:AzX$ sur AzH^2Y, la cause en est dans la formation d'un dérivé d'addition $RCCl(AzHX)(AzHY)$, trop instable pour être isolé, qui est le même dans les deux cas[1]. Par perte de HCl, il fournit l'amidine. Si les deux radicaux X et Y sont très différents l'un de l'autre, l'élimination de l'acide se fait aux dépens d'un seul des radicaux aminés et l'on n'obtient qu'*une seule amidine*, celle dont la stabilité est la plus grande. Si, au contraire, X et Y sont peu différents, l'élimination se fait alors indifféremment aux dépens de l'un ou de l'autre des restes aminés, et l'on obtient un mélange de *deux isomères* de propriétés physiques extrêmement voisines, mais dont les dérivés de substitution peuvent se différencier nettement.

Nous ferons remarquer qu'il est aisé de comprendre la cause de la diminution d'aptitude à la tautomérisation subie par des molécules tautomères dans lesquelles on substitue à l'H des radicaux lourds ou électro-négatifs. Poursuivons, en effet, l'analogie que nous avons établie, au début, entre les phénomènes de tautomérie et ceux d'équilibre mécanique. De même qu'une balance dont l'un des plateaux n'aura reçu qu'une faible surcharge pourra osciller aisément autour de

[1] *Ber.*, t. XXVIII, p. 2362.

sa position d'équilibre, mais au contraire se calera pour une forte surcharge, de même la molécule d'une substance tautomérisable oscillera d'autant plus aisément d'une forme desmotropique à une autre que seront plus légers les radicaux attachés à l'atome de C faisant office de pivot.

IV. — Conclusions.

Ce rapide coup d'œil jeté sur l'histoire de la tautomérie nous montre que les divers résultats qu'en fournit l'étude peuvent être actuellement rassemblés en un corps de doctrine assez homogène, malgré quelques points faibles qu'il appartiendra à des recherches ultérieures d'élucider complètement.

La notion de tautomérie, dont l'opportunité fut si discutée lors de son introduction dans la Science, paraît devoir y jouer dans l'avenir un rôle important.

Au point de vue pratique, il est probable qu'elle ouvrira la voie à des synthèses nouvelles, en particulier celles des polyoses, parce qu'elle permettra de mieux connaître la structure des molécules à reproduire et, par conséquent, de réaliser exactement les conditions de milieu dans lesquelles les édifications moléculaires devront être effectuées.

Au point de vue théorique, elle facilitera l'explication de certains phénomènes obscurs dans leur mécanisme. L'analogie si frappante entre les phénomènes de tautomérie et ceux de dissociation électrolytique devra particulièrement retenir l'attention.

Actuellement, on a tendance à ramener les premiers aux seconds, ce qui, au point de vue chimique, a pour résultat de résoudre la question en la supprimant. Il me semble qu'au contraire la route suivie en sens inverse serait beaucoup plus fertile en horizons nouveaux. Puisqu'en effet nous savons approximativement expliquer le passage d'un desmotrope organique acide à un autre desmotrope neutre, sous l'influence d'un dissolvant, pourquoi ne chercherions-nous pas à appliquer ces connaissances à l'explication des phénomènes accompagnant la dissolution des acides, des bases et des sels, pour lesquels l'hypothèse de l'ionisation soulève tant de critiques judicieuses? D'autres phénomènes gagneraient sans doute également à un essai d'explication basée sur la tautomérisation : l'action de certains agents catalytiques est peut-être dans ce cas.

Mais ce qu'il y a de certain, c'est qu'une tentative d'orientation de la tautomérie vers la Chimie minérale ne pourrait manquer d'être fructueuse. Elle ne serait, du reste, pas tout à fait nouvelle; les recherches de M. Hanriot sur l'eau oxygénée nous ont fait voir que ce composé fonctionne tantôt comme un peroxyde d'hydrogène, tantôt comme un dihydroxyde. M. Maquenne a montré également que l'hypoazotide possède des propriétés qui le rapprochent des tautomères que nous avons étudiés précédemment, et enfin Hantzsch a fait observer que les propriétés des oxydes indifférents s'expliquent assez bien dans l'hypothèse de la tautomérisation.

Espérons que de nouvelles recherches permettront à cette notion de s'acclimater dans les régions de la Chimie minérale et d'y porter ses fruits.

André Kling,

Docteur ès sciences.
Chef adjoint de travaux à l'Ecole de Physique et Chimie industrielles de la Ville de Paris.

REVUE ANNUELLE D'AGRONOMIE

Cette revue annuelle d'Agronomie a été longtemps rédigée par M. P.-P. Dehérain. Notre ancien et très regretté professeur accomplissait cette tâche délicate avec la compétence parfaite, la conscience, l'impartialité et le remarquable talent d'exposition que nous lui avons connus. Les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* ont apprécié comme nous la valeur du savant, le mérite de l'écrivain, et nul d'entre eux ne songera à nous reprocher de grandir celui que nous désirons honorer.

En reprenant ici, après M. Dehérain, la tâche interrompue, nous aurons toujours le désir d'être clair, la préoccupation de rester impartial.

L'objet habituel de nos études est la recherche des faits économiques et de leurs conséquences dans leur rapport avec les questions techniques de l'Agriculture.

Nous ne songeons nullement à négliger les considérations de ce genre. Il est impossible, à notre avis, d'en nier l'intérêt.

L'Agriculture, comme l'a dit M. de Gasparin, est la science qui recherche les moyens d'obtenir les produits des végétaux de la manière la plus parfaite et la plus économique. Le résultat immédiat ou différé des découvertes scientifiques est toujours l'accroissement de la productivité du travail appliqué à la formation des richesses.

I. — La constitution de la terre arable.

Des travaux du plus grand intérêt ont été publiés sur cette question en France et aux Etats-Unis. Il nous paraît indispensable d'en faire mention et même de les exposer avec quelque détail.

La terre arable a été — principalement et primitivement — constituée par les débris des roches formant l'écorce solide du globe terrestre. Il résulte de ce fait, constaté sans difficulté, et exposé souvent sans discussion, que l'on peut retrouver dans les terres les minéraux constitutifs des roches originelles. Déjà, le comte de Gasparin avait fait cette remarque dans son *Cours d'Agriculture*, à propos des propriétés physiques de la terre arable. Après avoir soumis un échantillon à une lévigation méthodique, cet auteur examinait la forme des particules, et il insistait sur l'intérêt que présente l'étude de ces fragments.

« Avant la lévigation, dit-il [1], les plus gros fragments étaient recouverts d'une poussière qui empêchait d'en distinguer les formes; tout prenait l'apparence grisâtre de l'argile, si ce n'est dans certaines terres composées de roches cristallines en décomposition, où le quartz est très abondant relativement aux autres éléments. Maintenant, la lévigation achevée, on reconnaît, à la loupe ou au microscope, plusieurs états différents des particules : 1° les cristaux de quartz, de mica, sont entiers ou peu usés; une partie notable du calcaire est restée en gros grains; les éléments de la terre sont à peine mêlés, surtout dans les terrains qui ont été formés en place et n'ont pas été transportés par les eaux; 2° d'autres fois, les fragments de quartz sont recouverts d'une couche noirâtre ou ocreuse que l'eau n'enlève pas, mais que l'acide nitrique détache; 3° l'enduit des grosses particules n'est que pulvérulent et, après la lévigation, les fragments de quartz paraissent translucides.

« Dans les deux derniers cas, les particules sont arrondies et l'on voit clairement qu'elles ont été roulées. Les silex conservent cependant encore une forme tuberculeuse.

« Les matières pulvérulentes se comportent ainsi de plusieurs manières différentes; les calcaires se groupent quelquefois en masses de stalactites ou en masses figurées; l'argile, en se séchant, se prend en plaques unies et solides. Il est impossible d'évaluer la ténacité extrême de ses plus petites particules.

« On distingue aussi, dans certaines terres, des débris de tests de mollusques qui ont conservé leur apparence nacrée; c'est surtout dans les terrains paludéens et dans ceux d'eau douce qu'ils sont abondants...

« Le terreau peu consommé conserve encore quelques parties de son organisation végétale; c'est ainsi qu'on le trouve dans les terrains modernes et les terrains paludéens, où les débris végétaux sont parvenus rapidement à la carbonisation avant d'avoir perdu leurs formes. Dans les terrains anciens, le terreau apparaît sous forme de petits grains charbonneux, roux ou noirâtres.

« L'examen microscopique des terres ne nous a donné jusqu'à présent que des résultats généraux; mais il faut dire aussi qu'en nous faisant pénétrer plus intimement dans la composition et la structure des terres, cet examen forme singulièrement le coup d'œil et nous accoutume à juger de leurs qualités par leurs apparences extérieures. Il suffit d'un grossissement de 60 à 120 pour distinguer parfaitement toutes les parties constituantes des sols; une goutte d'acide nitrique, mise en contact avec la terre sur le porte-objet, achève d'éclaircir

[1] Comte de Gasparin : *Cours d'Agriculture*, t. I, p. 172 et suiv. Passage cité dans l'ouvrage récent de M. J. Dumont : *La Chimie Agrologique*. Paris, Amat, 1907.

tous les doutes que fait naître une première vue, et cette connaissance empirique de la forme et de la situation des différents éléments de la terre, sans pouvoir être traduite en principes, nous habitue à démêler certains caractères qui, par la suite, analysés avec sagacité, pourront peut-être prendre une plus grande place dans la science. »

Cette étude a été, depuis cinquante ans, reprise et complétée à bien des reprises; presque tous les savants qui s'en sont occupés ont admis pour la terre arable une double cause de formation ou une double constitution. Ainsi, dans une brochure[1] récemment publiée par M. Cayeux, nous trouvons ce passage, qu'il est utile de reproduire exactement :

« Toutes les roches qui affleurent à la surface de la terre sont susceptibles de s'altérer; leur altération comporte deux phénomènes : la *désagrégation* et la *décomposition*.

« 1° Les changements de température de l'atmosphère provoquent des dilatations ou contractions, variables suivant une foule de circonstances, et qui, avec le temps, émiettent les roches superficielles, les réduisent en menus débris. Sous cette influence, les roches cohérentes deviennent meubles. Tel est le phénomène de désagrégation.

« 2° L'eau de pluie, chargée d'acide carbonique et d'oxygène, attaque toute les roches qu'elle imprègne ou traverse. Il n'existe pour ainsi dire pas de dépôts qui résistent à l'action sans cesse renouvelée des eaux météoriques. Elles attaquent, à la longue, les silicates complexes des roches éruptives, feldspaths, micas, amphiboles, pyroxènes, etc., et donnent naissance à des carbonates alcalins ou alcalino-terreux solubles. Elles décomposent ainsi à la température ordinaire les silicates de potasse, de soude, de chaux, d'oxyde de fer, de magnésie, etc. Dans les mêmes conditions, les terrains sédimentaires se transforment également et parfois sur une vaste échelle.

« Bref, les agents atmosphériques, aidés par un facteur d'une puissance illimitée, — le temps, — désagrègent et décomposent les roches, même les plus dures et les plus compactes. La transformation, à la fois physique et chimique, qui en est la conséquence engendre des dépôts superficiels meubles. Tantôt ces dépôts restent sur place, et il y a passage insensible de la roche-mère au sol qui en procède; tantôt ils sont remaniés, transportés par les eaux de ruissellement, et ils vont s'accumuler à distance de leur point de formation.

« Si l'on se met en présence du cas le plus général, on peut dire que la terre arable correspond à la zone superficielle des terrains ainsi modifiés par les agents atmosphériques et remaniés ou non. C'est à bon escient que je passe sous silence l'intervention de l'homme et des organismes.

« Il y a eu accord unanime jusqu'à ce jour sur les données fondamentales de la définition de la terre arable : « matière complexe résultant de la *désagrégation* et de la *décomposition* des minéraux essentiels des roches. Cette matière familière de la terre arable implique naturellement la présence, dans ce dépôt, de minéraux *décomposés* ou *en voie d'altération* ».

Deux savants, spécialistes autorisés, M. Delage, professeur à la Faculté des Sciences, et M. Lagatu, professeur à l'École d'Agriculture de Montpellier, ont observé des faits qui les amènent à conclure dans un sens tout différent.

Grâce à un tamis très fin (10 fils au centimètre), les auteurs isolent, dans un premier lot, les cailloux et les graviers d'un échantillon de terre. La matière pulvérulente qui passe à travers le tamis représente, pour eux, la terre proprement dite. Celle-ci est alors mouillée de façon à former pâte, roulée entre les mains, et constitue des cylindres de 5 à 6 centimètres de longueur sur 2 centimètres de diamètre. Séchés, puis imprégnés à chaud d'une colle spéciale, ces cylindres de terre fournissent à un spécialiste des plaques minces ayant une épaisseur voisine de 1/100 de millimètre et susceptibles d'être examinées au microscope. Cet examen a précisément permis aux deux auteurs la constatation d'un fait qui les a vivement surpris, comme ils le disent eux-mêmes[1] : c'est l'*état de pureté dans lequel s'y trouvent les minéraux composants*.

MM. Delage et Lagatu pensaient, auparavant, et enseignaient que la terre arable est une matière complexe résultant de la *désagrégation* et de la *décomposition* des minéraux essentiels des roches.

C'est l'opinion classique, telle que l'exprime et la développe M. Cayeux dans le passage plus haut cité.

« Mais, disent MM. Delage et Lagatu, aujourd'hui que nous lisons clairement dans la terre arable, nous pensons qu'il faut en rabattre et de beaucoup. En ce qui concerne les phénomènes de désagrégation, nous n'avons rien à dire; c'est bien, en effet, un phénomène de ce genre, quelles qu'en soient d'ailleurs les causes, qui a séparé les éléments des roches, lesquels éléments constituent aujourd'hui la terre arable. Mais, en ce qui concerne les phénomènes de *décomposition*, c'est tout autre chose. Nous avouons volontiers que c'est l'espoir de les constater qui nous a fait surtout entreprendre

[1] Cayeux : Constitution de la terre arable (Extrait de la *Revue de Viticulture*, Paris, 1905).

[1] A. Delage et H. Lagatu : Constitution de la terre arable. Montpellier, Coulet, éditeur, 1905; p. 10.

la présente étude. Lorsque nous avons été en possession de nos premières plaques minces, nous nous sommes précipités sur notre microscope, afin de vérifier avant tout le degré d'impureté ou de décomposition des minéraux composants. Or, c'est en vain que nous les avons regardés sous toutes leurs faces et à tous les grossissements; nous n'avons jamais *vu* que des espèces minérales d'une pureté absolument parfaite, *c'est-à-dire dans l'état où on les rencontre dans les roches d'origine.*

« Il y en a évidemment qui ont subi des épigénies; il y a, par exemple, des feldspaths épigénisés par la damourite, des micas épigénisés par la chlorite, des péridots épigénisés par la limonite ou la serpentine, etc.; les épigénies se rencontrent naturellement et fréquemment dans ces minéraux lorsqu'ils font partie intégrante des roches. Ont-elles continué lorsque ces minéraux désagrégés ont formé la terre? C'est possible, mais ce n'est pas démontré, et, dans tous les cas, ces sortes d'altérations ne sont pas spéciales à la terre arable et elles n'ont rien de commun avec celles dont il est question dans la définition naturelle de la terre arable.

« On remarquera, en effet, qu'il s'agit ici d'une décomposition non par dissociation pure et simple, mais par substitution d'une espèce minérale à une autre. Lorsqu'on dit, par exemple, qu'un cristal d'orthose est épigénisé par la damourite, on exprime ce fait que de la damourite se constitue dans cet orthose, et, s'il arrive que l'épigénie soit totale, on n'a plus alors, sous la forme cristalline non altérée de l'orthose, exclusivement que de la damourite.

« En résumé, nous n'avons jusqu'à présent constaté l'existence, dans la terre arable, d'aucune espèce minérale en décomposition vraie; les feldspaths y sont normaux, le quartz normal, de même les micas, la calcite, la tourmaline, l'apatite, le zircon, etc. »

En définitive, MM. Delage et Lagatu reconnaissent bien la présence simultanée et facile à vérifier de fragments minéraux purs et épigénisés dans la terre arable, mais ils affirment que l'examen pétrographique de plusieurs centaines de terres n'a pu fournir aucune constatation appuyant l'hypothèse classique d'une activité épigénique au sein de la terre arable. A part leur fragmentation, les minéraux n'ont pas été reconnus à un état différent dans les roches originelles et dans la terre, que cet état soit la pureté parfaite, l'épigénie partielle ou l'épigénie totale.

Dans une Note postérieure qu'ont publiée les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, MM. Delage et Lagatu insistent encore sur ce point spécial et disent précisément :

« Nous avons examiné les trois cas possibles : 1° Les minéraux épigénisés de la terre proviennent-ils tels quels des roches d'origine; 2° ou bien l'épigénie commencée dans les roches s'est-elle continuée dans la terre arable; 3° ou bien l'épigénie est-elle spontanée dans la terre? Or, tous les cas d'épigénie dans les débris minéraux de la terre s'expliquent aisément par la fragmentation d'un minéral antérieurement épigénisé dans la roche d'origine. Nous n'avons jamais observé dans les fragments rien qui donnât au pétrographe le sentiment et encore moins la preuve de l'activité épigénique saisie *in situ*.

« Si donc il y a dans la terre des minéraux épigénisés, rien n'autorise à affirmer qu'il y a, dans ce milieu tant différent des roches en place, des minéraux en activité épigénique.

« Tout nous porte à penser que les décompositions sont consécutives à la dissolution pure et simple. »

Il s'agit donc bien, comme on le voit, d'une série d'observations toutes personnelles et d'une conception nouvelle de la constitution des terres arables. Observations et conceptions nouvelles se rapportent encore à cette substance si connue des agriculteurs, et que l'on nomme argile.

MM. Delage et Lagatu admettent, certes, qu'il existe de l'hydrosilicate d'alumine, mais ils pensent que ce dernier ne constitue nullement à lui seul les produits détritiques appelés argile habituellement. Ces produits, disent-ils, ne sont pas l'hydrosilicate d'alumine des auteurs, mais un mélange extrêmement complexe où l'on peut trouver et où no avons trouvé de tout.

Avant de parler des objections qu'ont soulevées les idées de MM. Delage et Lagatu, nous nous faisons un devoir de signaler les travaux sur lesquels on pourrait s'appuyer pour les défendre. Ces travaux sont dus aux chimistes du « Bureau des Sols » à Washington, et notamment au directeur de ce Bureau, M. Milton Whitney.

Dans une brochure[1] publiée le 20 avril 1906, ce dernier dit en propres termes :

« Nos livres classiques nous ont enseigné sinon explicitement, au moins de façon tacite, que la terre arable est le produit de la décomposition des roches; la terre serait ainsi de la roche entièrement *décomposée. Il n'en est rien*; c'est simplement de la roche non agglutinée, et l'on y trouve tous les minéraux qui se trouvaient déjà dans les roches solides originelles qui se sont désagrégées pour constituer la terre. J'ai pu voir des terres de Californie exactement semblables à vos sables de Norfolk ou à

[1] Conférence sur la « Fertilité du sol » faite par M. Milton Whitney au Club des Agriculteurs de Rich Neck (Maryland).

vos terres rapportées de l'Eastern Shore qui s'étaient formées sur place à l'aide de roches granitiques, et il n'y a que des proportions d'eau insignifiantes qui soient intervenues dans cette formation.

« Les particules sableuses ne sont pas plus grandes que celles des terres d'ici, et l'on y retrouve exactement les minéraux contenus dans les roches originelles.

« Ces roches se sont désagrégées, et c'est à peine si elles se sont décomposées. C'est là le point sur lequel nous nous étions trompés jusqu'ici : La désagrégation des roches n'est pas forcément accompagnée d'une décomposition. Grâce à nos microscopes puissants et à des dispositifs appropriés, il nous est possible de voir et d'identifier des particules très ténues de substances diverses ; en particulier, nous avons pu identifier dans des argiles les minéraux qui se trouvaient dans les roches qui ont servi à les former. Les argiles sont ainsi des poudres de roches contenant une certaine proportion variable de produits de décomposition, mais surtout des particules inaltérées de tous les minéraux communs constitutifs des roches. Ces minéraux existent tels quels dans le sol ; ils sont solubles, mais en proportions très faibles ».

Dans un travail intitulé : Les Constituants minéraux des solutions des sols, deux collaborateurs de M. Whitney, MM. Cameron et Bell, citent précisément les recherches de MM. Delage et Lagatu et ajoutent :

« Avec la collaboration du Dr Jay. A. Bonsteel, du Bureau des Sols, nous avons étudié des limons et des sables provenant des préparations mécaniques d'un grand nombre de sols des États-Unis. On a trouvé qu'il était possible d'identifier pratiquement dans chaque terre les minéraux communs qui constituent les roches. On a pu conclure aussi que, comme l'affirment Delage et Lagatu, quelques-unes au moins des espèces minérales possèdent des facettes nettes et inaltérées.

« Néanmoins, souvent, en particulier avec les feldspaths, on a pu voir des produits d'altération à la surface des fragments minéraux [1]. »

Nous rappelons ici simplement que MM. Delage et Lagatu conviennent que ce mélange de minéraux purs ou décomposés peut être constaté ; mais ils affirment que ces minéraux altérés se trouveront à cet état dans les roches originelles.

Toutes les conclusions que nous venons de signaler conduisent encore à d'autres conceptions nouvelles et intéressantes autant que hardies, au sujet des dissolutions minérales servant à la nutrition des plantes. Les poils absorbants des racines puisent, en effet, des aliments dans les matières dissoutes et, les minéraux qui fournissent ces matières restant inaltérés, il faut donc que les minéraux eux-mêmes soient partiellement, mais directement, dissous.

Sous des influences multiples, mais surtout sous l'influence de l'eau, il y aurait dissolution de quartz, de feldspath, de mica, d'apatite, de talc, de calcite, etc. Ces dissolutions ne sont pas des décompositions. D'un débris d'orthose pur qui a subi une dissolution partielle, il reste, par exemple, de l'orthose pur ; d'un fragment de biotite, il reste de la biotite, et l'on peut alors comprendre comment ou pourquoi les minéraux restent purs.

Qnant à l'activité chimique dont la terre est le théâtre, quant aux réactions, dissociations, combinaisons que l'on observe dans le sol, il serait possible de les expliquer en admettant que les dissolutions directes des minéraux sont l'acte préparatoire et nécessaire aux réactions chimiques ultérieures. Les solutions qui en résultent constitueraient le milieu en quelque sorte nourricier où s'accomplissent les phénomènes de minéralisation et où les racines des végétaux viennent puiser des aliments. Ces aliments, fournis en définitive par la dissolution directe des minéraux, sont-ils assez abondants ? Nous savons que les quantités dissoutes sont infinitésimales ; mais des expériences précises, dues notamment à M. Th. Schlœsing fils, nous ont appris que les plantes peuvent trouver les éléments dont elles ont besoin — acide phosphorique et potasse — dans des solutions contenant des proportions de l'ordre des millionièmes [1].

Cette conception est celle qu'ont adoptée les chimistes du Bureau des Sols aux États-Unis. Voici les conclusions du Mémoire déjà cité de MM. Cameron et Bell, sur les constituants minéraux des solutions des sols :

1° Les sols contiennent tous les minéraux communs des roches ;

2° Il y a toujours au moins une partie de chacune des espèces minérales qui présente une surface libre sur laquelle l'action dissolvante des liquides du sol peut s'exercer ;

3° Les minéraux du sol se dissolvent de façon continue ;

4° La concentration des solutions circulant dans les terres arables, en ce qui concerne les principaux éléments nutritifs pour les végétaux, suffit au développement des récoltes.

D'autre part, dans la conférence faite par M. Milton Whitney au Club des Agriculteurs du Mary-

[1] Frank K. Cameron et James M. Bell : *Les constituants minéraux des solutions des sols*. Traduction par M. Henri Fabre. Coulet, Montpellier, 1907.

[1] Voir Schloesing fils : La potasse soluble dans l'eau des sols et son utilisation par les plantes. *C. R. de l'Académie des Sciences*, séance du 28 décembre 1903.

land[1], on peut trouver les conclusions suivantes qui se passent de commentaires :

« La solubilité des minéraux est faible, mais elle n'est pas douteuse: elle atteint 8 millionièmes pour l'acide phosphorique d'une terre, et 20 à 25 millionièmes pour la potasse. Cela correspond à une proportion élevée pour 1 acre de terre arable d'une profondeur de 12 pouces (30 centimètres) pesant environ 4 millions de livres (1 livre = 453 grammes). Dans toutes les terres arables, il y a des particules de roches contenant de l'acide phosphorique et de la potasse..... Les minéraux, en se dissolvant, constituent la solution où les plantes s'alimentent. En effet, leur solubilité est faible, je vous l'ai déjà dit, mais elle est sensible. Elle est assez grande pour maintenir une concentration plus que suffisante pour l'alimentation des végétaux. »

L'étude minéralogique des sols a donc conduit MM. Delage et Lagatu, aussi bien que les savants américains du « Bureau des Sols », à une conclusion très nouvelle relative à la dissolution des minéraux eux-mêmes.

En France, M. Cayeux, professeur à l'École des Mines, a formulé des objections contre les constatations ou les conceptions de MM. Delage et Lagatu. Dans deux articles de la *Revue de Viticulture*, publiés en 1905, et dans une Note parue dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, en mai de la même année, M. Cayeux affirme nettement la présence de minéraux altérés ou en voie de décomposition :

« Dans toutes les terres arables, dit-il, dans tous les limons soumis à l'analyse microscopique, la présence de minéraux en voie de décomposition est constante.

« Je n'ai pas encore observé une seule terre dont tous les minéraux soient complètement dépourvus de toute trace d'altérations. J'ai reconnu trois classes d'éléments doués de propriétés distinctes :

« 1° Des minéraux inaltérables;

« 2° Des minéraux susceptibles de se dissoudre sans laisser de produits d'altération;

« 3° Des minéraux épigénisés, c'est-à-dire altérés. Les espèces de cette catégorie qui laissent des produits d'altération sont nombreuses; ce sont, pour la plupart, des silicates alcalins, alcalino-terreux, ou ferro-magnésiens. »

Quant à la dissolution directe des minéraux — en général — M. Cayeux ne l'admet pas davantage et dit encore : « S'il existe des minéraux en décomposition dans toutes les terres arables, comme je crois pouvoir l'affirmer, la conception de la dissolution directe de leurs éléments, qui n'est appuyée par aucun fait d'expérience, cesse d'être une hypothèse nécessaire. On a admis jusqu'à ce jour que les solutions minérales destinées aux plantes s'élaborent par dissolution ou par décomposition suivant la nature des minéraux, et que l'altération de nombreux minéraux — qui ne peuvent se dissoudre directement — engendre des carbonates solubles qui contribuent à alimenter les végétaux. C'est l'opinion qui s'impose encore dans l'état actuel de nos connaissances. »

Nous nous sommes fait un devoir de reproduire exactement ces conclusions, mais c'est également une obligation pour nous de constater que MM. Delage et Lagatu n'ont jamais nié la présence de minéraux épigénisés dans la terre arable. Ils se sont bornés à affirmer que jamais ils n'avaient observé une activité épigénique actuelle, sans confondre ce fait avec la constatation d'un résultat antérieur d'épigénie qui avait pu se produire dans la roche elle-même.

Pour eux, les décompositions sont consécutives à des dissolutions préalables, au lieu d'être des phénomènes qui précèdent ces dissolutions.

Plus récemment, M. Carnot présentait à la Société Nationale d'Agriculture[1] une Note de M. Bieler-Chatelan, chimiste agronome à Lausanne, à propos de l'altération des minéraux de la terre arable. L'auteur admet que l'altération même actuelle des minéraux du sol, qui implique une décomposition préalable, ou du moins un changement de composition, est un fait d'expérience dûment constaté, expliquant suffisamment à lui seul les phénomènes de dissolution partielle des minéraux complexes. Il cite le cas de la dolomie, « qui n'est pas, dit-il, dissoute intégralement par l'eau aiguisée d'acide carbonique. Le carbonate de chaux, y étant beaucoup plus soluble que le carbonate de magnésie, est éliminé en proportion beaucoup plus forte que ce dernier, d'où résulte un appauvrissement graduel en calcaire (et un enrichissement réciproque en magnésie) qui explique, par exemple, la genèse de ces dolomies vacuolaires connues dans les Alpes sous le nom de carnieules... »

Nous ne voulons pas, d'ailleurs, nous étendre davantage et entrer dans le détail des controverses qu'ont pu faire naître les travaux de MM. Delage et Lagatu. Leurs recherches, à coup sûr originales, leur parfaite sincérité, la nouveauté de leur conception de l'état des minéraux dans le sol et des dissolutions dont ils peuvent fournir les éléments, cet ensemble de constatations instructives et de déductions hardies est assez intéressant pour mériter une exposition soigneuse, sinon complète.

Nous laissons aux spécialistes le soin de reviser

[1] *Loc. cit.*, publiée le 20 avril 1906 à Washington.

[1] *Bulletin des Séances de la Société Nationale d'Agriculture*, 1906, n° 2, p. 186.

le procès. Il nous suffit d'avoir signalé des faits et des opinions.

Quant à l'utilité et à la portée économique des recherches de MM. Delage et Lagatu, elles nous paraissent très sérieuses et, pour s'en convaincre, il suffit de lire attentivement les études analytiques de terres arables qu'ils ont successivement publiées[1]. A la fin d'un de ces mémoires agrologiques et agronomiques tout à la fois, nous trouvons ces lignes qui caractérisent l'intention des auteurs et la portée de leur procédé :

« Il est visible que toutes les conclusions de ce travail sont virtuellement inscrites dans la diagnose minéralogique du schiste très granulitisé. Toute l'agriculture du Ségala se lie logiquement à la constitution de la roche qui a formé le sol et, dans la coupe de cette roche, un esprit averti d'agronomie pourrait lire presque toute l'histoire agricole de cette intéressante région et tracer les règles essentielles de la culture. »

Les auteurs n'ont, d'ailleurs, jamais ni dit ni pensé que l'analyse qualitative par l'examen minéralogique du sol pût remplacer l'analyse chimique.

Ils font constamment usage de cette dernière, pour compléter les indications tirées de l'étude minéralogique des sols[2].

II. — Les constituants minéraux des solutions qui circulent dans le sol.

Des travaux importants ont été récemment publiés aux Etats-Unis sur cette question. Dans un Mémoire que nous avons déjà cité, MM. Cameron et Bell, du « Bureau des Sols », à Washington, ont longuement exposé les recherches antérieures relatives aux constituants minéraux des solutions renfermées dans les terres[3].

Aux yeux de ces auteurs, le sol est un mélange hétérogène d'organismes vivants et de constituants inertes, solides ou gazeux. On y trouve : des *débris minéraux*, provenant de la désagrégation et de la décomposition des roches ; de la *matière organique*, provenant de débris plus ou moins décomposés de plantes et d'animaux ; une *atmosphère* toujours plus riche que l'atmosphère ordinaire en gaz carbonique, en vapeur d'eau et peut-être en d'autres gaz ; des *organismes vivants*, qui sont des espèces variées de bactéries ; des *ferments* et *enzymes* ; enfin, des *solutions* des constituants précédents.

Ces solutions forment l'humidité de la terre et elles sont en équilibre plus ou moins parfait avec ces solides et les gaz au contact desquels elles subsistent.

De tous ces constituants du sol, ce sont les solutions qui ont le plus d'importance pour la vie des plantes.

C'est chez elles, en effet, que les racines vont puiser toutes les substances que les végétaux utilisent pour leur développement (abstraction faite de l'eau et de l'acide carbonique absorbés par les feuilles). On sait aussi que les plantes peuvent parfois absorber des substances organiques dissoutes dans les liquides du sol ; mais ce cas est exceptionnel et n'a qu'une importance secondaire pour le développement de végétaux placés dans des circonstances particulières.

Le liquide qui circule dans les sols étant la seule source d'où les plantes extraient les constituants minéraux absolument indispensables à leur vie, sa composition prend une très grande importance physiologique.

MM. Cameron et Bell admettent que les minéraux du sol se *dissolvent* d'une façon continue, et, disent-ils, en se dissolvant, comme ils sont constitués par des acides forts et des bases fortes, ils sont plus ou moins complètement hydrolysés.

Généralement, le produit d'hydrolysation le plus fort reste en solution, et le plus faible est plus ou moins complètement précipité.

C'est grâce à ce mécanisme que les principales substances minérales servant de nourriture aux végétaux sont dissoutes et mises à leur disposition[1].

Les auteurs américains ajoutent que, tous les sols contenant pratiquement les mêmes minéraux et les mêmes phénomènes s'y produisant, on peut s'attendre à trouver dans tous les sols une solution identique, et ils ajoutent sous forme de conclusion :

« La concentration des solutions circulant dans les terres arables, en ce qui concerne les principaux éléments nutritifs pour les végétaux, suffit au développement des récoltes. En outre, cette concentration est pratiquement la même pour tous les sols. »

Cette proposition paraît au premier abord si étrange et en opposition si complète avec les idées acceptées jusqu'ici, que M. Whitney, chef du Bureau des Sols, insiste particulièrement sur elle dans la conférence faite devant les membres du Club des Agriculteurs du Maryland[2].

[1] 1° Etude analytique de quelques terres types de l'Aveyron. Terres pseudo-gneissiques du Ségala, chez Carrère, Rodez, 1905.

2° Etude analytique de terres arables formées par le schiste sériciteux granulitisé (Tarn), chez Coulet, Montpellier, 1907.

[2] Voir les dernières pages de la brochure intitulée : *Constitution de la terre arable*, par MM. Delage et Lagatu. Montpellier, Coulet, 1905.

[3] F. K. Cameron et J. M. Bell : *Loc. cit.*

[1] Voir, pour la démonstration, le chapitre du mémoire intitulé : « La solubilité permanente des minéraux et l'hydrolyse qui s'ensuit ». *Loc. cit.*

[2] Voir *Farmer's Bulletin*, n° 257 (Washington, 1906) : An address delivered before the Rich Neck Farmer's club of Queen Anne County, Maryland.

« Chose curieuse, dit-il, dans les centaines de solutions extraites de terres et qui provenaient de diverses régions, nous avons trouvé que la composition et la concentration des substances dissoutes sont sensiblement les mêmes. Ces solutions circulent dans toutes les terres arables de la surface du globe, où elles servent de réserve pour la nutrition des végétaux. Il est curieux de voir que leur composition est sensiblement identique dans les sols sableux du bord des rivières, dans les terres à blé limoneuses des plateaux, dans les argiles Hagerstown de la vallée de Shenandsah, ou dans les terres noires des prairies de l'Ouest. Les minéraux, en se *dissolvant*, constituent la solution où les plantes s'alimentent. En effet, leur solubilité est faible, mais elle est sensible; elle est assez grande pour maintenir une concentration plus que suffisante pour l'alimentation des végétaux. On comprend aisément que toutes les terres arables contenant les minéraux constitutifs des roches aient ainsi dans leur sein des liquides ayant à peu près la même composition.

« *Cela est fort surprenant*, mais nos expériences ont démontré qu'il ne pouvait rester de doutes sur ce fait, et toutes les terres contiennent assez de nourriture pour que les végétaux puissent y vivre. »

Ces conclusions sont basées sur des observations nombreuses, que M. Whitney a bien soin d'ailleurs de rappeler :

« Afin, dit-il, d'appuyer nos affirmations sur des faits, et d'obtenir une démonstration, étant donné que les conclusions sont absolument contraires à celles que l'on a tirées jusqu'ici de l'étude des terres épuisées, et étant donné aussi le bénéfice que l'on peut retirer de l'emploi des engrais, le Bureau des Sols a envoyé un certain nombre de ses auxiliaires dans *toutes les régions des États-Unis*. Ces auxiliaires devaient faire des déterminations en plein champ, à l'aide des méthodes les plus sensibles. Ils ont extrait les solutions constituant l'humidité réelle des terres arables, et ils ont trouvé que les terres contiennent *toutes* des proportions pareilles d'acide phosphorique, de potasse, de nitrates et de chaux. Cela aussi bien dans les sols sableux de nos terrains d'alluvion que dans les *terres usées* de Virginie, dans les terres fertiles riches en chaux de Pensylvanie que dans les terres noires des prairies de l'Ouest.»

Il est bien certain, cependant, que les quantités de matières minérales dissoutes dans les solutions qui circulent dans le sol sont extrêmement faibles. Les recherches faites par M. Th. Schlœsing fils[1] l'ont prouvé, et elles ont prouvé aussi que les plantes peuvent utiliser ces quantités si médiocres.

Pour M. Whitney, il n'est pas douteux que la concentration de la solution, circulant dans la terre arable, ne se maintienne constante par la dissolution des minéraux; il n'est pas moins certain que les plantes puissent vivre avec des éléments nutritifs encore moins concentrés!

On devine sans peine la conclusion définitive de ces diverses recherches. Si les solutions contenues dans les sols renferment à peu près toutes les mêmes éléments en quantités suffisantes pour subvenir aux exigences des végétaux qui s'alimentent, on ne s'explique plus pourquoi certaines terres paraissent épuisées; on ne s'explique pas davantage le rôle véritable des engrais, en particulier des engrais minéraux, dont l'influence incontestée était attribuée jusqu'ici à un apport de matières nutritives remplaçant celles que les récoltes avaient enlevées; on ne s'explique plus enfin que certains sols soient fertiles tandis que d'autres ne le sont pas, différences justifiées, disait-on hier, par des différences correspondantes dans la teneur des sols en matériaux ou minéraux utiles et susceptibles d'être assimilés par les végétaux.

M. le Professeur Whitney combat l'opinion généralement acceptée en s'appuyant sur des observations et des expériences dont il interprète les résultats. Pour prouver que les terres ne sont pas *épuisées* quand elles cessent de pouvoir porter des récoltes, l'auteur cite les faits suivants :

Un pot contenant une livre de terre porte six plants de blé en plein développement. En laissant ces plants de blé se développer librement pendant trois semaines, puis en les coupant pour les remplacer immédiatement par six autres plants, on verrait que le développement de cette seconde récolte serait moitié moindre que pour la première. La terre contenue dans le pot a-t-elle été *épuisée?*

On n'aurait pas hésité autrefois à répondre affirmativement. Mais M. Whitney réplique :

« S'il en était ainsi, il devrait être possible d'ajouter de nouvelles substances nutritives de manière à rendre possible le développement d'autres récoltes. Or, l'expérience montre que, quoique nous ajoutions, et au delà, tous les éléments nutritifs exigés pour une seconde récolte, nous ne pourrons pas obtenir que celle-ci se développe convenablement si elle est de la même espèce que celle qui l'a précédée et si on la met en terre immédiatement après qu'on a enlevé la dernière. »

Inversement, est-il possible de rendre au sol soi-disant épuisé sa faculté primitive de porter une récolte et cela sans incorporer des matières minérales sous la forme de sels? M. Whitney répond af-

[1] Th. Schloesing fils : *Loc. cit.*

firmativement, et dans *certains* cas, tout au moins, l'addition d'un engrais vert suffit pour obtenir ce résultat. Les tiges de cow-pea[1], coupées et incorporées au sol sous forme de fragments, rendent à la terre du pot dont nous avons parlé la faculté de porter une deuxième récolte aussi forte que la première.

Cet engrais vert agit-il parce qu'il apporte en définitive des matières minérales? Pour le savoir, M. Whitney a calciné l'engrais vert, et les cendres contenant l'acide phosphorique et la potasse ont été additionnées d'autant de nitrates qu'il y en avait dans les pois, puis le tout a été mêlé au sol. Mais ce dernier n'a pas été fertilisé.

« Bien mieux, à l'aide d'autres procédés, ajoute l'expérimentateur, nous avons pu séparer les sels contenus dans du fumier et dans d'autres pots, puis nous les avons ajoutés séparément à des pois de culture. Leur effet n'a pas égalé celui de la matière organique, parce que c'est elle, en effet, qui fertilise cette terre déterminée. »

M. Whitney cite encore des exemples de terres dans les Etats de l'Est — *terres épuisées* — que l'emploi d'engrais minéraux ne peut pas fertiliser. On a beau, dit-il, ajouter des proportions quelconques de potasse, d'acide phosphorique et de nitrates : « Elle ne redeviennent pas fertiles pour cela. »

III. — La Fertilité du Sol.

M. le Professeur Whitney a longuement exposé les raisons et les faits qui l'ont conduit à se faire de la fertilité ou de ses causes une idée toute différente de celle que l'on a admise jusqu'ici.

Quelle raison générale a-t-il indiquée pour expliquer l'épuisement apparent, les différences de fertilité successivement observées à la suite des cultures pratiquées, l'efficacité ou l'inefficacité des engrais, etc. Pour lui, les façons culturales, l'ameublissement, et, par suite, l'aération du sol, le pouvoir absorbant bien connu des terres, l'oxydation directe ou l'intervention des bactéries, la présence de l'humus et l'action généralement favorable des matières organiques, enfin les engrais minéraux eux-mêmes, auraient *surtout* (mais non pas exclusivement) pour effet de transformer ou de détruire des toxines produites par les racines des plantes cultivées. Le savant américain adopte la théorie ou l'hypothèse de de Candolle. Les solutions circulant dans la terre renfermeraient des *excreta* provenant des racines ou des organes aériens.

Ainsi les façons culturales n'ont pas seulement pour effet d'approvisionner les racines en oxygène; elles permettent l'élimination des gaz toxiques provenant soit des plantes elles-mêmes, soit de l'action des bactéries sur les débris ou les « excreta » que ces végétaux ont laissés dans le sol. L'air doit encore oxyder les matières organiques excrétées par les plantes et maintenir le milieu dans un bon état sanitaire.

La matière organique du fumier et des engrais verts pouvant se transformer en humus semble purifier la terre arable, en modifiant et en enlevant les substances organiques toxiques laissées par les récoltes précédentes.

Les engrais chimiques agissent d'une façon analogue en modifiant les toxines, de telle sorte que le sol s'en trouve débarrassé. Toutes les substances employées comme engrais auraient un pouvoir comparable à celui que les nitrates possèdent sur les matières organiques. Ainsi la putréfaction des sacs de jute est très rapide quand ils ont contenu du nitrate de soude. Les faibles quantités d'engrais ajoutées et incorporées au sol agiraient de même à l'égard des « excreta » toxiques, purifiant le sol de cette manière et permettant aux plantes de se développer. Les engrais exerceraient une influence de ce genre plutôt qu'ils n'agiraient par l'apport d'éléments nutritifs.

Certes, le Professeur Whitney déclare nettement qu'il a simplement observé les *effets* des « excreta » toxiques.

« Nous n'avons pas pu séparer ces substances toxiques, dit-il, et les mettre dans un récipient avec l'étiquette : Ceci est une toxine. Mais je compte que nous pourrons identifier sous peu quelques-uns de ces excreta toxiques. »

Voici, d'ailleurs, comment s'exprime le savant américain en résumant sa pensée avec beaucoup de clarté et de réserve :

« En cherchant à comprendre les principes de la fertilité des terres, nous avons trouvé que le liquide qui constitue l'humidité de différents terrains, qu'ils soient fertiles ou non, contenait la même quantité d'acide phosphorique, de potasse et de nitrates.

« Ce n'est pas sans appréhension que nous avons publié cette conclusion, car nous ne la croyions pas admissible nous-même.

« Nous avons trouvé que nous avions pourtant raison, et c'est pour cela que j'ai essayé de vous faire comprendre comment je vois que les engrais agissent, et pourquoi il faut les employer. Leur rôle consiste souvent à purifier le sol, et je crois que c'est bien ainsi qu'agissent le fumier et les engrais verts ».

Enfin, le Professeur Whitney explique, à l'aide de la même hypothèse, l'utilité de la jachère et celle des assolements. Le sol doit avoir le temps

[1] Littéralement: pois à vache : probablement le *Vigna Sinensis*.

de se purifier lui-même, et les substances excrétées par une plante ne doivent pas être toxiques pour celle qui lui succède sur le même champ; de là ressort la nécessité d'une rotation bien combinée.

Nous trouvons encore dans la conférence du Professeur Whitney une conclusion logique et l'indication d'une expérience curieuse, relatives toutes deux aux « mauvaises herbes » et à leur influence nocive.

Cette influence est attribuée généralement à l'épuisement du sol, qui devient incapable de fournir des éléments nutritifs aux plantes cultivées et aux mauvaises herbes tout à la fois.

Telle n'est pas l'opinion de M. Whitney. Il rappelle que, dans les régions des Etats-Unis où l'on pratique l'irrigation, on se débarrasse soigneusement des plantes sauvages, malgré l'abondance de l'eau et des matières nutritives, parce que les végétaux cultivés sont intoxiqués par les autres plantes et ne peuvent pas se développer dans leur voisinage.

A l'Université Cornell (Etat de New-York), on a imaginé un dispositif ingénieux pour mettre en évidence cette influence nocive qu'exercent les plantes les unes sur les autres. On entasse de la terre dans plusieurs longues boîtes. A l'une des extrêmités on sème du blé et à l'autre on répand des graines de mauvaises herbes. Si l'on place une planche de séparation pour empêcher les racines de se mêler, le blé et les mauvaises herbes prennent un développement normal. Dans les boîtes où la planche n'a pas été placée et où les racines des deux groupes de végétaux peuvent se joindre et s'entre-croiser, le blé cesse de croître comme dans un champ infesté de mauvaises herbes.

Le Professeur Withney suppose que ce ne sont pas, dans ce dernier cas, les éléments nutritifs qui font défaut, attendu que le développement reste normal dans les deux moitiés de la boîte pourvue d'une planche de séparation; mais il pense que la présence des mauvaises herbes, dans les boîtes non pourvues de la planche de séparation, détermine la sécrétion des poisons qui nuisent au blé.

A coup sûr, on peut interpréter ces faits d'une autre façon, et il faudrait notamment savoir si le développement rapide des mauvaises herbes n'a pas appauvri la masse de terre où les deux groupes végétaux sont capables de se disputer les éléments nutritifs que leurs racines viennent y puiser.

A cet égard, et à propos des conclusions nouvelles, hardies, et encore appuyées sur un nombre de faits insuffisants pour entraîner la conviction, nous ne pouvons que formuler les réserves les plus expresses.

Il est clair, cependant, que la nutrition minérale des végétaux est encore fort mal connue. Toutes les observations et toutes les hypothèses suscitant des observations nouvelles sont donc intéressantes.

C'est pour ce motif que nous avons exposé les résultats et signalé les hypothèses se rattachant aux travaux des savants américains du « Bureau des Sols ». Nous ne nous croyons pas en droit d'écarter *a priori* leurs conclusions sans que des recherches nouvelles les aient infirmées, et les faits actuellement connus sont encore susceptibles d'interprétations trop diverses pour qu'il soit permis d'affirmer qu'aucune hypothèse nouvelle n'est capable de les expliquer d'une façon plus sûre.

IV. — La fabrication des nitrates.

L'usage des nitrates comme engrais est, aujourd'hui, très répandu. Nous importons annuellement, du Pérou et du Chili, plus de 2 millions de quintaux de nitrate de soude, valant au moins 50 millions de francs. On comprend sans peine l'intérêt que présente la fabrication industrielle de cette substance, soit avec l'aide des ferments spéciaux qui sont capables d'oxyder l'azote, soit grâce à l'emploi de procédés électrochimiques.

§ 1. — Les nitrières naturelles.

MM. Müntz et Lainé ont publié dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* trois Notes du plus grand intérêt sur la nitrification intensive opérée à l'aide des micro-organismes du sol. La substance nitrifiable, le sulfate d'ammoniaque, est déjà rapidement transformée, avec production de nitrate, lorsqu'on dispose de la terre franche et du terreau, avec addition de 2 °/₀₀ de sel ammoniacal, en lits de $0^m,50$ de hauteur, dans un local clos à la température de 15° à 22°. La couche de terre ensemencée d'organismes nitrifiants donne, par vingt-quatre heures et par kilog, 0 gr. 350 de nitrate, soit 350 grammes par mètre cube.

Le noir animal en grains, employé comme support, active beaucoup la nitrification. Les auteurs ont fait à cet égard des expériences fort curieuses :

« Si l'on établissait, disent-ils, sur la surface de 1 hectare, une couche de noir en grain de 2 mètres de hauteur, ayant de place en place des cheminées d'appel déterminant une aération, le tout étant, d'ailleurs, clos et abrité avec la possibilité d'y entretenir une température de serre chaude, on pourrait, par l'arrosage méthodique avec une solution de sulfate d'ammoniaque à 7 gr. 5 par litre, obtenir la quantité de 12.000 kilogs de *salpêtre* par jour, soit, dans l'année, 5 à 6 millions de kilogs. »

Ce procédé de fabrication des nitrates ne pourrait, d'ailleurs, être utilisé que dans le cas de nécessité absolue, pour obtenir des matières pre-

mières destinées à la production des explosifs de guerre.

Il est clair que l'élévation du prix de revient rendrait la fabrication industrielle impossible; mais les auteurs ont démontré que la nitrification intensive permet d'obtenir des rendements jusque-là insoupçonnés.

Dans une seconde Note[1], MM. Müntz et Lainé ont exposé les résultats de leurs recherches relatives au rôle de la matière organique dans la nitrification, et ils ont notamment conclu en disant :

« Dans l'établissement des nitrières intensives, il ne faut pas craindre d'employer des matières riches en humus, qui apportent une semence vivace et abondante et qui constituent un support favorable ».

La troisième Note, plus intéressante encore par sa portée que les deux précédentes, vise l'utilisation des *tourbières* pour la production intensive des nitrates. En étudiant à nouveau l'influence exercée par le support sur la nitrification des sels ammoniacaux, et après avoir constaté (note deuxième) que les matières organiques agissent plutôt favorablement sur la multiplication des organismes nitrifiants, les auteurs ont remplacé le noir animal en grains par la tourbe. En répandant par intermittence une solution de sel ammoniacal (sulfate d'ammoniaque par exemple) sur un lit de tourbe ensemencé avec des organismes nitrifiants, la production de nitrate est huit fois plus considérable qu'avec le noir animal. Une nitrière de 1 hectare donnerait ainsi 48.000 tonnes de nitrates par an. Avec la tourbe comme support, la nitrification devient si rapide qu'elle peut être comparée à la fermentation alcoolique tumultueuse.

En outre, la nitrification se continue dans des solutions déjà très riches en nitrates, et il suffit de faire repasser sur le lit oxydant les solutions déjà nitrifiées pour que les sels ammoniacaux ajoutés à ces solutions soient transformés en nitrates. La concentration des solutions de nitrate rend le procédé de fabrication plus avantageux au point de vue économique, et c'est là un résultat du plus haut intérêt.

MM. Müntz et Lainé se sont enfin demandé si la tourbe, qui est assez riche en azote (2 %), ne pourrait pas fournir elle-même l'azote ammoniacal destiné à être nitrifié. Ils ont constaté que, si l'on distille la tourbe dans un courant de vapeur d'eau surchauffée, la presque totalité de l'azote inerte contenu dans cette matière peut passer à l'état d'azote ammoniacal utilisable. La tourbe peut encore être employée comme combustible, de telle sorte qu'elle fournit :

1° La chaleur nécessaire aux opérations diverses;

2° L'azote ammoniacal transformable par les lits oxydants;

3° Le support qui constitue ces lits au sein desquels les organismes nitrifiants peuvent travailler à la nitrification avec une extraordinaire puissance.

Les auteurs concluent en disant :

« Si l'on considère l'étendue des tourbières en France, c'est par millions de tonnes que se chiffre la quantité d'azote qu'on pourrait retirer et transformer en nitrates. »

Il est à peine besoin de signaler l'exceptionnel intérêt de cette conclusion, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue économique.

§ 2. — La fabrication électro-chimique des nitrates.

Nous savons depuis cent vingt-trois ans, depuis 1784, qu'on peut réussir à combiner l'oxygène à l'azote de l'air sous l'action des étincelles électriques.

Cavendish a fait cette expérience classique de synthèse. A la suite du passage prolongé des étincelles électriques dans l'air, il se forma une petite quantité d'acide azotique qui, mis en présence de la chaux, donna du *nitrate de chaux*. C'était là malheureusement une simple expérience de laboratoire; on ne pouvait pas songer à produire industriellement des quantités notables d'acide nitrique par ce procédé coûteux. Depuis 1893, de nouveaux travaux ont été faits, de nouveaux essais ont été tentés, et M. Philippe A. Guye les a exposés ici même[1]. En Norvège, à Nottoden, on est arrivé à produire de l'acide azotique en utilisant l'arc électrique, l'énergie nécessaire étant fournie par de puissantes chutes d'eau. Combiné à la chaux, qui coûte moins cher que la soude, l'acide nitrique donne des nitrates de chaux. Ceux-ci peuvent être employés comme engrais.

M. Schlœsing fils a prouvé que leur usage est aussi avantageux que celui du nitrate de soude du Chili. Quant au prix de vente, élément fort important du problème, on constate aujourd'hui qu'il peut être abaissé au-dessous du cours des nitrates du Chili. Des offres sont faites à la culture française depuis quelques mois.

Cette fabrication nouvelle des nitrates peut donc offrir un intérêt considérable en réduisant les dépenses des cultivateurs, car la valeur des engrais azotés est certainement réglée par le cours du principal d'entre eux, le nitrate de soude.

D. Zolla,
Professeur à l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon.

[1] Séance du 19 février 1906.

[1] Voir la *Revue* du 15 janvier 1906.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Tannery (Jules), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Sous-Directeur de l'Ecole Normale.* — **Leçons d'Algèbre et d'Analyse,** *à l'usage des élèves des classes de Mathématiques spéciales.* — 2 *vol. in*-8°. (*Prix* : 22 *francs.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1906.

L'importante modification du programme de la classe de Mathématiques spéciales des Lycées a donné à M. Tannery l'occasion d'écrire un livre attendu depuis longtemps : l'éminent auteur de l'*Introduction à la Théorie des fonctions* était plus qualifié qu'aucun autre pour donner un guide sûr, à la fois aux professeurs et aux élèves. Il s'agissait, non pas tant de présenter avec une parfaite rigueur les fondements de l'Analyse, mais plutôt d'initier le lecteur aux principes généraux et aux méthodes, en les rendant aussi simples et aussi instructifs que possible, et en en facilitant l'application : on peut dire que M. Tannery y a parfaitement réussi. L'étendue même de l'ouvrage, dont l'auteur s'avoue quelque peu effrayé, tient précisément au désir de faire apparaître d'une façon naturelle des notions qui, présentées sous la forme synthétique traditionnelle, et avec la concision, l'on peut dire même la sécheresse ordinaires, tiendraient sans doute moins de place, mais seraient d'un abord souvent déconcertant.

Il n'est pas possible de donner ici une analyse détaillée de cet important ouvrage; en voici sommairement le contenu: Le premier volume renferme l'introduction des nombres irrationnels et le calcul des exposants, l'étude des polynômes entiers et des fractions rationnelles, la division et le plus grand commun diviseur algébriques, la théorie des imaginaires, l'analyse combinatoire, les équations du premier degré et les déterminants. Le second volume contient les séries, les généralités sur les fonctions de variables réelles, les dérivées, les séries de fonctions, les applications à l'étude des fonctions et à la séparation des racines, la théorie des équations algébriques, la notation différentielle et ses premières applications géométriques, et les notions de calcul intégral : intégrales définies et indéfinies, équations différentielles du premier ordre et linéaires.

L'ouvrage débute par l'introduction des nombres irrationnels, définis par la coupure en deux classes de l'ensemble des nombres rationnels; M. Tannery généralise cette notion et l'applique en toutes circonstances où une limite se trouve définie par ses deux classes de valeurs approchées par défaut et par excès, par exemple pour la mesure d'un arc de courbe ou d'une aire plane. A propos des polynômes entiers, il faut noter l'étude préliminaire du polynôme au voisinage d'une valeur a de la variable, étude où s'introduisent naturellement les polynômes dérivés; la fraction rationnelle est étudiée d'une manière analogue. A propos de la division et du plus grand commun diviseur algébriques, M. Tannery ouvre la voie aux notions si importantes d'irréductibilité. Les imaginaires sont présentées comme restes relatifs au diviseur x^2+1, et immédiatement appliquées à la généralisation des propriétés du polynôme entier résultant du théorème de d'Alembert. Les équations du premier degré précèdent et introduisent les déterminants, qui permettent ensuite d'en compléter la théorie.

Pour les propriétés générales des fonctions, l'auteur a fait largement appel à l'intuition et aux représentations graphiques, renvoyant pour plus de rigueur à son *Introduction à la Théorie des fonctions.* Le chapitre des séries entières, récemment introduit en Mathématiques spéciales, est particulièrement intéressant; la différenciation de la série, introduite dès le début, permet de trouver immédiatement les développements en séries usuels, qui sont appliqués au calcul approché des fonctions; l'extension aux variables imaginaires suit immédiatement. L'application à l'étude des fonctions et à la séparation des racines est faite au point de vue pratique et accompagnée de nombreux exemples numériques très soigneusement traités : d'ailleurs, l'auteur a le souci constant de ce genre d'exercices, toujours très étudiés, notamment au point de vue des approximations. L'important chapitre de la théorie des équations renferme toutes les questions essentielles : fonctions symétriques, élimination, résolutions des équations simultanées, théorème de Descartes, calcul des racines rationnelles, avec de nombreux et très intéressants compléments; nous signalerons notamment la théorie des fonctions symétriques, avec la distinction, souvent omise, entre les fonctions symétriques des n racines d'une équation et les fonctions symétriques de n lettres, et aussi la résolution des équations simultanées, avec son interprétation à la recherche des points d'intersection de deux courbes algébriques. La notation différentielle, exposée surtout pour le premier ordre et en mettant en relief la notion de la différentielle totale, trouve son application dans l'étude des premières propriétés des courbes planes $x=f(t)$, $y=\varphi(t)$, tangentes, points singuliers, rectification, courbure. Enfin, les notions de calcul intégral débutent par l'introduction de l'intégrale définie comme limite de somme, considérée comme mode de mesure d'une aire, laquelle a été évaluée, d'autre part, au chapitre des dérivées à l'aide d'une fonction primitive. L'ouvrage se termine par les procédés usuels d'intégration indéfinie, en insistant sur le cas particulier important des intégrales attachées aux courbes unicursales, et par l'étude de l'équation différentielle du premier ordre et des équations linéaires.

Il est à peine besoin de signaler les qualités de netteté et de précision qui distinguent ce livre; les nombreux lecteurs de M. Tannery les ont depuis longtemps reconnues et appréciées.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée et à l'Ecole des Sciences de Rouen.

2° Sciences physiques

Duhem (P.), *Correspondant de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.*— **La Théorie physique, son objet, sa structure.** — 1 *vol. in*-8°, *de* 450 *pages.* (*Prix* : 8 *fr.*) *Bibliothèque de Philosophie expérimentale. Chevalier et Rivière, éditeurs. Paris,* 1906.

Après s'être presque entièrement consacré à l'invention dans les domaines, contigus, de la Physique et de la Mécanique, M. Pierre Duhem s'est révélé successivement un philosophe avisé et un chercheur d'une rare et habile érudition. Dans l'ouvrage dont je voudrais chercher aujourd'hui à donner une idée, il se rassemble en ses qualités diverses, et, s'appuyant sur un savoir puisé dans vingt années d'enseignement, sur une connaissance du développement de la pensée humaine cherchée à des sources restées ignorées, il nous présente une image de ce que doit être la *théorie physique*, considérée sous ses divers aspects : instrument de

découverte et de connaissance; il nous dit ce qui en elle doit demeurer, ce qu'elle contient de fragile, ce qui la fait accepter ou doit en préparer l'abandon.

Et d'abord, le mot *théorie*, lorsqu'il s'agit de la Physique, possède des acceptions diverses. Pour les uns, la théorie doit partir des causes ou bien y remonter, et donner, de tout phénomène, une image, pour ainsi dire, mécanique, et une complète représentation. Pour d'autres, elle doit rassembler des rapports entre les grandeurs qui interviennent dans un phénomène, montrer comment l'une est cause et l'autre effet, comment, connaissant l'une, on conclut à l'autre sans ambiguïté.

Ces deux aspects de la théorie sont acceptables. Le premier est, sans aucun doute, celui vers lequel doit tendre toute recherche, car lui seul donne à l'esprit curieux pleine satisfaction.

On peut voir dans le phénomène lumineux une émission de matière, ou une vibration, ou un déplacement électrique, et l'on pense, étant ainsi remonté à la source présumée du phénomène, posséder le véritable secret de la Nature. Mais le mécanisme passe, alors que les rapports restent et constituent ce que la théorie a de réellement permanent. La théorie, envisagée comme explication mécanique, est subordonnée à la métaphysique. Dans sa seconde acception, elle dérive seulement de l'expérience, fécondée par les Mathématiques.

« Une théorie physique, dit M. Duhem, n'est pas une explication. C'est un système de propositions mathématiques, déduites d'un petit nombre de principes, qui ont pour but de représenter aussi simplement, aussi exactement que possible, un ensemble de lois expérimentales. »

Une théorie est ainsi un groupement au deuxième degré; la première condensation est la *loi*, qui est l'expression mathématique de faits d'expérience, rassemblant, à des degrés divers, les mêmes causes et les mêmes effets. L'établissement de la loi constitue déjà, pour la pensée, une considérable économie, parce qu'elle condense, en une formule ou en une courbe, l'infinité des rapports possibles entre les causes et les effets. D'ailleurs, la loi est infiniment plus abondante que l'expérience elle-même, puisque, pour cette dernière, le nombre des valeurs conjuguées qu'elle établit est nécessairement en nombre fini, souvent même en petit nombre, alors que la loi contient l'infinité des valeurs conjuguées possibles.

Mais la théorie engendre une bien autre condensation; elle réunit la multitude des lois éparses en un seul corps de déductions, logiquement établies en partant du petit nombre de principes nécessaires, et développées en un tout harmonieux.

Cependant, la théorie n'est pas seulement une représentation économique des lois expérimentales; elle est encore une classification de ces lois, classification qui, s'il s'agissait seulement de les retrouver dans la case où on les a placées, contiendrait une grande part d'arbitraire, mais qui donne à l'esprit sa pleine satisfaction seulement lorsqu'elle peut se réclamer des principes d'une classification naturelle, dans laquelle tout se tient, tout s'enchevêtre en des liens multiples et logiques.

Les caractères naturels d'une théorie se marquent surtout alors qu'on lui demande non plus de classer des phénomènes déjà connus, mais de prédire ceux que l'expérience n'a pas encore révélés.

Le développement de la Physique nous en offre des exemples nombreux, dont certains sont célèbres. Ce que les théories physiques contiennent de classification naturelle est même la seule chose qu'elles apportent aux théories nouvelles, lorsque les représentations matérielles se modifient, « comme en certains jeux antiques, chaque coureur tendait le flambeau allumé au coureur qui venait après lui, et cette tradition continue assure à la science une perpétuité de vie et de progrès ».

C'est ainsi que pensaient Kepler et Newton, c'est ainsi qu'Ampère ou Fourier exposaient leur doctrine. « Les causes primordiales, disait l'illustre auteur de la *Théorie analytique de la Chaleur*, ne nous sont point connues; mais elles sont assujetties à des lois simples et constantes que l'on peut découvrir par l'observation, et dont l'étude est l'objet de la Philosophie naturelle. »

Fresnel pensait de même; il voyait dans la théorie non l'explication métaphysique, mais un puissant moyen d'invention : « Il n'est pas inutile de réunir les faits sous un même point de vue, en les rattachant à un petit nombre de principes généraux. C'est le moyen de saisir plus aisément les lois, et je pense que les efforts de ce genre peuvent contribuer, autant que les observations mêmes, à l'avancement de la science. »

Cependant, il ne faudrait pas être exclusif. Tout moyen d'investigation susceptible de faire progresser la science a droit à l'existence dans les méthodes de travail des penseurs. L'outil doit s'adapter à l'ouvrier, et les méthodes de la pensée sont infiniment diverses.

L'étude d'une théorie physique est donc inséparable d'une investigation dans la nature même des esprits, et c'est à un classement des intelligences que M. Duhem consacre un chapitre de son ouvrage. Sa terminologie, empruntée à Pascal, qualifie les esprits d'*amples* ou de *forts*. S'ils ne possèdent qu'une des deux qualités représentées par ces vocables, ils sont amples mais faibles, forts mais étroits.

L'amplitude d'esprit consiste dans la faculté de percevoir, en même temps, un grand nombre d'objets disparates; la force d'esprit, à saisir l'abstraction et à conduire une déduction avec une logique parfaite. La constitution d'une théorie abstraite sera une économie pour ces derniers, alors qu'un esprit exclusivement ample y verra un labeur pénible, que l'on pourrait mieux utiliser.

L'amplitude se rencontre chez des représentants de tous les peuples. M. Duhem cite, comme un phénomène extraordinaire, au point de vue de l'amplitude, l'esprit de Napoléon. Mais il est un peuple où l'amplitude est à l'état presque endémique : c'est le peuple anglais. Tout, dans l'esprit anglais, est preuve d'amplitude : le traditionnalisme, qui ne s'offusque pas de voir accolés les objets disparates, aussi bien dans la nature matérielle que dans les faits de l'histoire, parce qu'ils sont saisis isolément; la littérature, la peinture, la foule des personnages, des sentiments non classés, que, cependant le lecteur saisit et auxquels il s'attache, montrent cette amplitude d'esprit, qui nous paraît étrange, lorsque nous cherchons notre contentement dans l'harmonie des formes, la simplicité des lignes, la logique déduction des événements et des sentiments.

Cette amplitude dans l'esprit des Anglais éclate à tous les yeux dans leur manière de considérer les théories physiques. Les premiers, ils ont renoncé à l'enchaînement qui nous semble nécessaire; les plus grands d'entre eux ont professé des doctrines contradictoires sans en être choqués, seulement parce que chacune d'elles était un fertile moyen de pousser plus avant la recherche.

Un physicien continental, apportant à la Physique un principe nouveau, en montre la *légitimité*; il le définit exactement, afin de pouvoir l'utiliser en toute sécurité. Maxwell, au contraire, introduit, dans les équations de l'Electro-dynamique, le courant de déplacement comme une évidence, en disant simplement qu'il faut que tout circuit soit fermé.

Le succès de la méthode est indéniable; le socle est fragile, il est vrai, mais l'édifice grandit et se développe. L'œuvre de Maxwell est souvent illogique, mais quel est le physicien qui en regrettera l'avènement? Cependant, les physiciens anglais abusent parfois du modèle. Un grand exemple, dira-t-on, pourrait les y inciter : « Je ne suis jamais satisfait, disait lord Kelvin, tant que je n'ai pu construire un modèle mécanique de l'objet que j'étudie ». Mais M. Duhem ne pense pas que l'illustre physicien ait jamais fait, à l'aide d'un modèle, une seule de ses admirables découvertes. Le modèle est venu après, seulement comme un moyen pédagogique.

Il fut un temps où le modèle mécanique était encore

plus en faveur, parmi les physiciens anglais, qu'il ne l'est aujourd'hui. Dans un ouvrage de M. Lodge, qui fit du bruit il y a une quinzaine d'années, les phénomènes de l'électricité sont tous exposés avec des engrenages, des ressorts, des renvois, des cordes, qui constituent une série de systèmes disparates, dont chacun s'applique à l'un des aspects des phénomènes électriques. L'effort d'imagination qui a produit ces modèles est amusant, mais les années écoulées depuis lors donnent raison à l'opinion de M. Duhem, suivant laquelle de tels modèles sont à peu près inutilisables comme moyen de découverte.

Il ne faut point confondre le modèle mécanique matériel, avec le modèle algébrique ou l'analogie. La recherche des ressemblances entre deux phénomènes, dont l'un est saisi par l'intelligence tandis que l'autre lui échappe encore, contribue beaucoup à éclairer celui-ci. Les oscillations d'un système matériel, celles du courant électrique dans les câbles, l'onde sonore et l'onde lumineuse, ou encore la vague sur une eau calme, présentent des analogies intimes, renfermées dans une relation de cause à effet que l'Algèbre exprime semblablement.

Le but de la théorie physique étant ainsi exposé, qu'est-ce que M. Duhem appelle sa structure ?

La théorie définit la qualité dont elle s'occupe. Entre divers degrés de la qualité, elle établit une gradation, et devient quantitative ; elle implique donc la mesure dès que la qualité a été définie.

Mais les qualités ne sont pas toutes irréductibles. Une qualité première peut même n'être que provisoire. En Chimie, les éléments dénommés sont devenus pour nous des qualités premières, comme les terres l'étaient encore il y a juste un siècle. Descartes rêvait des corps qui se réduisaient « à l'étendue et à son changement tout nud » ; nous en sommes loin aujourd'hui, avec la diversité des éléments, dernier échelon provisoire d'une série de qualités premières, auxquels on s'est arrêté, par des simplifications successives, et qui cesseront peut-être bientôt de représenter des qualités irréductibles.

Un certain nombre de qualités premières ayant été classées comme telles, le premier devoir d'un physicien qui constatera l'existence d'un phénomène nouveau, sera de chercher à le reconstituer à l'aide des qualités premières : « Quand on réussit, dit Sainte-Claire Deville, on éprouve une bien vive satisfaction à étendre, pour ainsi dire, le domaine d'une loi physique, à augmenter la simplicité et la généralité d'une grande classification... Mais, quand un fait échappe à toute explication.., il faut en chercher d'autres qui lui soient analogues. Quand on les a trouvées, il faut les classer provisoirement au moyen de la théorie qu'on s'est formée ».

La déduction mathématique est une image des phénomènes, mais cette image ne peut être absolument fidèle, pour bien des raisons, dont la plus évidente réside dans le fait que les Mathématiques sont d'une infinie précision, alors que l'exactitude des mesures physiques est limitée.

Ainsi, dire que l'intervalle de deux traits est de 1 centimètre peut avoir des sens très divers. Un mathématicien considérera la précision de cette indication comme parfaite. Pour un physicien, elle signifiera simplement que cet invervalle diffère moins de 1 centimètre que ne l'indiquent les limites de la précision des mesures d'où cette indication a été déduite.

Dans l'immense majorité des phénomènes, la précision mathématique s'accommode de l'imprécision inhérente aux faits matériels, parce qu'en modifiant très peu le point de départ, on modifie très peu la suite des phénomènes. Ainsi, presque toujours, les déductions mathématiques s'éloigneront très peu de la réalité physique.

Cependant, tel n'est pas toujours le cas. M. Hadamard a montré que certaines lignes géodésiques, tracées sur des surfaces à nappes infinies, restent toujours dans le domaine fini, ou possèdent des branches infinies lorsque leur départ diffère infiniment peu.

Quand la direction d'une de ces lignes est donnée mathématiquement, on peut dire si elle s'échappera jusqu'à l'infini. Mais, aussi longtemps que cette direction n'est donnée qu'avec une précision physique, toute conclusion est impossible.

Ainsi, la déduction mathématique sera, dans un cas semblable, toujours inutile à la connaissance du phénomène physique, qui ne fournira jamais au calcul des données assez précises pour que les résultats du calcul ne s'éloignent pas indéfiniment de la réalité.

Le calcul de M. Hadamard est simple, paraît-il. Le classique problème des trois corps est infiniment plus complexe. S'il est régi par des conditions analogues, l'astronomie d'observation ne permettra jamais de dire si un système stellaire est stable ou instable.

Mais, avant de rechercher les lois mathématiques d'un phénomène déduit de l'observation, ou préalablement à la comparaison des conséquences d'une théorie aux données de l'expérience, il faut que celle-ci soit interprétée, car l'expérience de physique n'est pas la simple observation d'un phénomène. Il faut, en plus, que la chose vue soit élaborée dans le sens d'un jugement abstrait et symbolique. Regnault, examinant les lois de la compressibilité des gaz, ne donne pas le résultat de ses mesures par la description d'un manomètre et d'un cathétomètre, mais bien par la relation entre une pression et un volume spécifique. L'expérience subit ainsi une longue élaboration, et ce qui en reste est une sorte de quintessence ramenée à un symbole. La loi qui s'en déduit exige, pour être appliquée à la réalité concrète, que l'on connaisse et que l'on accepte tout un ensemble de théories.

La Physique, d'ailleurs, ne s'accroît pas, comme la Géométrie, par juxtaposition de nouvelles conquêtes, définitives et certaines. Une loi découverte est une loi approchée. Elle symbolise un phénomène sous un aspect simple et provisoire, qui, dans la suite, se compliquera de toutes les exceptions que l'on pourra découvrir. La surface de l'eau tranquille est plane, disaient les Anciens. Elle est une partie du géoïde terrestre, dirions-nous. Mais les actions capillaires nous donneraient un démenti. Puis celles-ci sont, à leur tour, modifiées par les actions électriques, de telle sorte que la loi primitive, d'une idéale simplicité, finit par atteindre un haut degré de complication. Si l'on se reporte à l'histoire des découvertes en Physique, on verra que ce sont ces complications, plus ou moins apparentes, qui l'ont fait progresser en augmentant sans cesse notre connaissance de la Nature.

Mais, heureusement, tandis que l'observation ajoute de nouveaux éléments à la science, la théorie produit des condensations embrassant des ensembles de plus en plus grands, de telle sorte que l'économie suit presque pas à pas la complication.

A plus d'une reprise, deux théories se sont trouvées en conflit, et l'*experimentum crucis* a décidé pour l'une ou pour l'autre. C'est ainsi que la mesure de la vitesse relative de la lumière dans l'air et dans l'eau a donné le coup de grâce à la théorie de l'émission. Cependant, on eût pu la sauver encore, au prix de nouvelles hypothèses et de nouvelles complications. Elle était déjà fortement ébranlée par le fait de toutes les additions qu'elle avait subies pour s'adapter au progrès de la connaissance. A chaque instant, on eût pu la juger insuffisante. L'expérience de Wheatstone l'a jetée à terre parce que la limite était dépassée.

Mais, si l'on y regarde de près, on ne voit pas de raison décisive pour que son abandon se soit produit à ce moment plutôt qu'avant ou après. Et l'on arrive à conclure, avec M. Duhem, que c'est, au fond, le bon sens qui est juge en dernier ressort de la viabilité d'une théorie.

L'expérience de M. Wiener est un autre exemple frappant du fait qu'une expérience ne décide pas pour ou contre une théorie ; elle décide seulement en faveur

d'un ensemble de relations. M. Wiener avait montré une contradiction expérimentale, qui pouvait mettre en défaut la théorie de Neumann. M. Poincaré a reporté la contradiction sur la théorie des phénomènes photographiques, et l'idée de Neumann a paru moins chancelante.

La méthode inductive, qui semble partir d'un fait isolé, parfaitement bien établi, ne présente donc pas le degré de certitude absolue que l'on serait tenté de lui attribuer. Ampère, qui, après Newton, l'appliqua dans des travaux immortels, en expose avec une parfaite clarté les principes. Mais, si l'on examine l'élaboration qui permet de passer des résultats d'expérience aux lois élémentaires, on voit qu'elle repose sur une série d'hypothèses, évidentes si l'on veut, et qui, cependant, suppriment le contact immédiat entre le fait brut et celui que l'on retient.

Le développement de la Physique est soumis, comme toute chose, au principe de continuité. En aucun moment ne surgit une révolution; et, si nous croyons en connaître dans l'histoire, c'est que nous sommes inconscients de l'ambiance dans laquelle les lois ont mûri.

M. Duhem nous en donne un exemple frappant, dans l'histoire du principe de la gravitation, à l'exposé duquel ses récentes études sur la Mécanique le préparaient de première main. Croyance, chez les Anciens, à une cause métaphysique, la tendance des graves à se placer dans un certain ordre; puis, plus tard, attraction de la matière vers certains points de l'espace; puis aussi croyance à la parité des matières rassemblées dans les divers astres, la matière terrestre tendant vers le centre de la Terre, la matière lunaire vers celui de notre satellite, sans que ce dernier soit attiré vers la Terre. Puis, comme l'action de la Lune sur les marées était évidente, on invoquait son attirance pour l'humidité, attribuée par les uns à sa lumière, par d'autres à quelqu'une de ses qualités inconnues. La découverte de la pierre d'aimant mit en honneur la théorie aimantique de l'attraction, fortement soutenue par Scaliger.

Plutarque, en un écrit que Kepler a traduit et commenté, professait déjà que la Lune ne tombe pas sur la Terre à cause de sa force centrifuge. Kepler, le premier peut-être, enseigna que toute matière attire toute autre matière; il admettait aussi la loi inverse du carré de la distance, bien qu'il ne sût pas en apporter des preuves suffisantes. Mais ce fut Newton qui donna la preuve complète, établie, comme on sait, par la comparaison de l'attraction à la surface terrestre, à celle qui règne à la distance où se trouve la Lune. C'est depuis lors que cette loi a gardé sa forme définitive, parce que l'expérience en avait démontré l'exactitude.

L'exemple est particulièrement instructif; et, insistant sur la nécessité pour l'expérimentateur d'étudier l'histoire des découvertes, M. Duhem peut, en pensant tout particulièrement à notre connaissance de la gravitation, soumettre cette remarque au physicien : « En lui retraçant la longue série des erreurs et des hésitations qui ont précédé la découverte de chaque principe, l'histoire le met en garde contre les fausses évidences; en lui rappelant les vicissitudes des Ecoles cosmologiques, en exhumant de l'oubli où elles gisent les doctrines autrefois triomphantes, elle le fait souvenir que les plus séduisants systèmes ne sont que des représentations provisoires et non des explications définitives ».

J'arrêterai là cette analyse, très étendue et cependant bien incomplète, de l'ouvrage de M. Duhem, mais non sans exprimer l'espoir que beaucoup de physiciens le liront, pour leur profit, et pour le bénéfice du progrès de la science qui grandit sans cesse par leur incessant travail.

Ch.-Ed. Guillaume,
Directeur adjoint du Bureau international des Poids et Mesures.

3° Sciences naturelles

Grandeau (L.), *Inspecteur général des Stations agronomiques, Rapporteur général de l'Agriculture à l'Exposition universelle de* 1900. — **L'Agriculture et les institutions agricoles du monde au commencement du XXe siècle.** *Tome II.* — 1 *vol. de* 743 *pages avec phototypies, graphiques et cartes. Imprimerie Nationale, Paris,* 1906.

C'est le tome II de l'intéressant ouvrage dont la *Revue* a donné le compte rendu il y a quelques mois. Ce livre complète ce qui est relatif à l'Europe. Les quatre cinquièmes de l'ouvrage sont consacrés à la France, et cette partie est magistralement traitée; nous en souhaitons la lecture à tous ceux qui aiment la terre et sont séduits par les problèmes si complexes de l'Agriculture.

Le chapitre des « Considérations générales » comporte notamment la situation comparative de l'Agriculture française à la fin du XVIIIe et à la fin du XIXe siècle. C'est un exposé de grande valeur, qui a utilisé les documents relatifs aux dernières enquêtes décennales, et qu'il serait si souhaitable de pouvoir étayer aujourd'hui d'une nouvelle enquête agricole semblable à celle de 1892.

Le tableau qui est tracé par l'auteur est fécond en aperçus généraux sur les questions agricoles d'hier et d'aujourd'hui : la production agricole de la France accrue de 212 °/₀ depuis un siècle, alors que la population s'est augmentée seulement de 52 °/₀, montre admirablement la puissance réelle des 100 milliards de capitaux agricoles français, dont les 9/10 sont représentés par la valeur du sol. Ces capitaux produisent annuellement un revenu brut de 13.500 millions, grevé de 10.800 millions de charges, dont 4.100 millions de salaires, et ne laissent que 1.155 millions de bénéfices nets. En ne tenant pas compte des gages et salaires, cela ne fait donc que du 1,15 °/₀. A une telle lecture, on se prend de sympathie pour ces 7 millions de cultivateurs français, dont la propriété immobilière paie 17 °/₀ d'impôts directs, alors que la propriété mobilière paie seulement environ 5 °/₀. On comprend que les réformes de demain, qui doivent assurer, dit-on, une plus équitable répartition des charges, doivent, avant tout, veiller à un traitement plus bienveillant de la propriété foncière, de cette mère nourrice qui fait sortir, chaque année, du sol de la France, 4 milliards de francs avec les céréales, 1.235 millions de francs avec le lait, 920 millions avec la vigne, 650 avec la pomme de terre, et 390 avec les betteraves, ces deux dernières plantes si peu cultivées il y a un siècle. L'Agriculture française s'est transformée, elle a fait de grands progrès; elle est aujourd'hui pourtant dans une période peu aisée, mais on peut soupçonner, pour elle, de meilleurs lendemains possibles si, d'un côté, elle sait se laisser guider par la science et fréquenter les écoles techniques, si, d'autre part, on sait la délivrer des excès de la fiscalité.

En France, nous dit l'auteur, les céréales rendent seulement en moyenne 7 pour 1, alors qu'il est possible d'obtenir 47 pour 1 sur certains sols anglais. Est-il admissible que le 1/7 de notre production en céréales soit nécessaire à nos semailles de l'année suivante? Est-il admissible que notre rendement moyen en blé soit aujourd'hui de 15 à 19 hectolitres à l'hectare, alors qu'il est de 27 hectolitres en Angleterre, alors surtout qu'un accroissement supplémentaire de récolte de 2 hectolitres à l'hectare représenterait pour la France un revenu nouveau de 300 millions? Il n'est pas douteux que notre agriculture méconnaît encore trop les données modernes de la science agricole, industrielle et commerciale.

L'auteur y insiste, et nous y insistons aussi : il nous manque en France le goût de l'enseignement agricole; de cet enseignement qu'on recherche si peu, auquel on marchande malheureusement les crédits, et

qui saurait payer si bien les faibles avances qui lui seraient faites.

Il nous faut imiter les fondations américaines relatives aux sciences agricoles, il faut systématiquement entreprendre le relèvement de nos rendements, amener les fils de cultivateurs et les fils de la bourgeoisie sur les bancs des Ecoles d'Agriculture, alléger les charges fiscales de l'agriculture, arrêter l'exode de la population rurale en implantant au village les petites industries qui doivent remédier au chômage hivernal.

L'auteur expose avec une grande clarté les questions sociales posées par la classe rurale. Avec Le Play et avec Renan, il flagelle le code qui dissocie, à chaque succession, l'œuvre collective et l'unité morale de la famille agricole. M. Grandeau donne, dans son livre, un tableau vraiment suggestif de l'agriculture française : il a mis sa grande érudition au service d'une grande cause.

EDMOND GAIN,
Professeur adjoint à la Faculté des Sciences,
Directeur des Études agronomiques et coloniales
à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Dubruel (Dr E.), *Médecin-Major des Troupes coloniales.* — **Le Béribéri.** (*Prix de Médecine coloniale à la Faculté de Médecine de Bordeaux.*) — 1 *vol. in-8° de* 157 *pages.* (*Prix* : 4 *fr.*) *Bordeaux*, 1906.

De nombreuses théories ont été formulées sur la pathogénie et la nature de cette maladie singulière qu'est le béribéri : le Dr Dubruel s'est proposé d'assembler les documents et matériaux épars dans les publications françaises et étrangères, et de faire une monographie sur cette question encore obscure.

On ne saurait nier le caractère endémo-épidémique du béribéri. L'armée japonaise en a offert récemment une imposante démonstration dans les plaines de Mandchourie, puisque, sur cent malades, vingt-cinq étaient atteints de *kakké*, et que cette maladie a donné une léthalité de près de 6 °/₀ des malades. L'auteur de cette brochure se rattache à l'opinion de l'origine infectieuse du béribéri. Il écarte l'hypothèse de la nature paludéenne de cette maladie, parce que l'examen du sang est resté négatif; celle de l'ankylostomiase, parce que l'ankylostome est fort commun dans certains pays où le béribéri est inconnu (au Caire notamment). Il croit également qu'on doit rejeter, pour interpréter cette névrite périphérique, l'idée d'une intoxication analogue au lathyrisme ou à la pellagre, due à une altération chimique des aliments.

De nombreux auteurs : Baelz et Scheube, Stanley, Ogata, Pekelharing et Winckler, etc., ont attribué le béribéri à un parasite développé sur le riz, si employé dans l'alimentation, en Chine et au Japon. M. Dubruel admet que le riz est le facteur à peu près constant de la névrite béribérique, en apportant avec lui un microbe pathogène spécial, encore inconnu, mais probablement sporulé et résistant à la cuisson. Selon lui, tout aliment amylacé pourrait constituer un milieu de culture favorable au germe de la maladie.

Telle est cette monographie consciencieuse, documentée et bien faite.

Dr H. VINCENT,
Professeur à l'École d'application du Val-de-Grâce,
Membre de l'Académie de Médecine.

5° Sciences diverses

Carles (Georges). — **La Turquie économique (Développement et mise en valeur des ressources de l'Empire ottoman).** — 1 *vol. in-16 de* 117 *pages. Préface de* M. E. LEVASSEUR, *membre de l'Institut, Professeur au Collège de France. Chevalier et Rivière, éditeurs. Paris*, 1907.

Un homme d'Etat, défendant la politique coloniale, disait qu'il ne fallait pas se « laisser hypnotiser par la trouée des Vosges ». Peut-être estimerait-il aujourd'hui que nous avons trop bien appliqué son conseil, et que, pour avoir voulu trop embrasser, nous ne savons plus étreindre. Un peu partout, nous avons fondé des colonies qu'il ne sera peut-être pas facile de défendre, et, cédant à la séduction de lointains mirages, nous avons trop facilement abandonné ces contrées méditerranéennes où une politique heureuse et une longue tradition nous avaient créé une situation vraiment privilégiée.

C'est ainsi que, peu à peu, nous perdons notre influence dans le Levant, et qu'à la suprématie française, autrefois incontestée, tend à se substituer une hégémonie étrangère. Ce n'est pas le lieu, ici, de montrer les erreurs de notre politique extérieure, mais ce que nous pouvons dire, du moins, c'est que, dans le Levant, ces erreurs pourraient être réparées dans une certaine mesure, si nos industriels et nos commerçants faisaient montre de plus d'ardeur et de plus d'initiative.

Cette thèse, nous sommes heureux d'en voir la démonstration, avec de précieux documents à l'appui, dans un travail de tout premier ordre, dû à M. Georges Carles. Il y a vingt-cinq ans, le pavillon allemand se montrait à peine en Orient; aujourd'hui il supplante le nôtre de plus en plus. Les statistiques nombreuses, puisées aux meilleures sources, qui sont reproduites dans *La Turquie économique*, sont à cet égard tristement significatives. Comment remédier à cette situation, par quels moyens nos commerçants doivent-ils lutter, et dans quelle mesure les Pouvoirs publics peuvent-ils leur venir en aide, c'est une partie, très bien conçue, du livre de M. Carles.

L'auteur, et il faut l'en féliciter, a vu cependant plus haut et plus loin. Il n'a pas voulu se borner à une sorte de monographie commerciale, si bien composée fût-elle, et il a tenu à étudier le développement et la mise en valeur des ressources de l'Empire ottoman. Ces richesses sont nombreuses, et tous ceux qui ont eu l'occasion de voyager dans la Turquie d'Europe, en Syrie, en Palestine, dans tout le Levant, ont pu s'en convaincre. Mais, évidemment, il ne suffit pas que la terre puisse produire et que la population — quoi qu'on prétende — soit industrieuse. S'il n'est pas toujours exact de dire qu'un peuple a le Gouvernement qu'il mérite, — car le Turc vaut mieux que ses maîtres du jour, — on peut affirmer que, dans une très large mesure, la prospérité d'un Etat est fonction de son régime politique et administratif. Là où le pouvoir repose sur l'oppression, où la concussion est élevée à la hauteur d'un principe de gouvernement, où, selon la forte expression de l'historien, l'on crée vraiment le désert pour affirmer que l'on donne la paix, tout effort se brise, toute tentative est vouée à l'échec, toute volonté est impuissante, — aussi longtemps, du moins, que dure un pareil régime. Mais l'étude si complète de M. Carles montre que ce régime ne peut subsister indéfiniment : derrière la Turquie officielle, — quelques hommes, — il y a une Turquie libérale qui a fait beaucoup déjà, et dont l'œuvre serait certainement plus avancée encore, si elle avait pu compter, en Europe et chez nous, sur l'appui, tout au moins moral, auquel elle a droit. Ce n'est pas une des pages les moins intéressantes d'un excellent livre que nous sommes heureux de faire connaître, et, peut-être, le savant éminent et respecté qui a donné une instructive préface à cet ouvrage s'en souvenait-il un peu lorsqu'il souhaitait « que les utiles renseignements et les conseils » de l'auteur « parviennent à leur adresse et soient profitables à la nation turque dont nous sommes amis et aux intérêts français qui sont les nôtres ».

LUCIEN ROULLET-CHÉRY.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Mars 1907

1° Sciences mathématiques. — **M. F. Riesz** étend à toutes les fonctions sommables, de carré sommable, son théorème relatif aux systèmes orthogonaux de fonctions. — **M. T. Lalesco** décrit une nouvelle méthode pour la recherche des solutions périodiques des équations différentielles linéaires. — **M. H. Lebesgue** présente ses recherches sur le problème de Dirichlet. — **M. L. Rémy** étudie une surface du sixième ordre liée aux fonctions abéliennes de genre trois. — **M. G. Barré** démontre un certain nombre de théorèmes relatifs aux hélices considérées comme génératrices d'une surface. — **M. G. Hilleret** signale l'existence de certaines fonctions qui permettent d'abréger le calcul de la valeur de π par les méthodes élémentaires des périmètres et des isopérimètres. — **M. Jouguet** donne les formules relatives aux ondes de choc et de combustion sphériques se propageant dans un état d'équilibre homogène. — **M. A. Etévé** propose d'employer, pour assurer la stabilité longitudinale automatique des aéroplanes en air agité, outre la bride élastique déjà connue, la bride automatique et le gouvernail double équilibré. — **M. Giacobini** présente les observations, les éléments et l'éphéméride de la nouvelle comète qu'il a découverte, le 9 mars, à l'aide de l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice. — **M. P. Bruck** a également déterminé les éléments de cette comète d'après les observations faites à Nice et à Besançon. — **MM. E. Esclangon, Rambaud** et **Sy**, et **P. Chofardet** communiquent respectivement leurs observations de la nouvelle comète Giacobini (1907 *a*), faites aux Observatoires de Bordeaux, Alger et Besançon.

2° Sciences physiques. — **M. W. Ritz** a imaginé un système tourbillonnant, à chacun des états d'équilibre dynamique (en nombre infini) duquel correspond une vibration émise par un corpuscule, l'ensemble de ces vibrations reproduisant exactement le spectre de l'hydrogène. — **M. H. Moissan** a observé que l'amalgame de platine, agité avec de l'eau, forme une émulsion à demi solide, avec une forte augmentation de volume, résistant à l'action du temps et de la chaleur. — **M. Alb. Colson** montre que, dans le cas des sulfates chromiques, l'ionisation est sans effet sensible sur l'abaissement cryoscopique. — **M. Em. Vigouroux**, par action directe de Ni et Sn purs, a formé des alliages contenant 73,64 °/₀, 83,65 °/₀ et 92,71 °/₀ de Sn. Le premier est sonore; tous les trois sont non magnétiques. — **M. A. Bouchonnet** a préparé le métaarsénite de rubidium, les orthoarséniates mono-, bi- et tri-rubidiques, le pyroarséniate et le métaarséniate de rubidium. — **M. R. Fosse** a fait agir le *p-p*-tétraméthyldiaminobenzhydrol sur les éthers β-cétoniques, les β-dicétones et le malonate d'éthyle; il y a condensation avec élimination d'une molécule d'eau. — **MM. J. Wolff** et **A. Fernbach** ont reconnu que l'amylose, sous sa forme naturelle, se distingue de l'amylose artificielle par une résistance beaucoup plus grande à la saccharification par l'extrait d'orge. — **M. A. Haller** a constaté que la cire de *Raphia Ruffia* de Madagascar semble en majeure partie constituée par un alcool en $C^{30}H^{62}O$ (ou un mélange d'alcools ayant cette composition moyenne); cette cire s'écarte des cires d'abeilles, de Chine, de Carnauba, et ressemble à celles qu'a isolées M. Etard des feuilles vertes des Graminées. — **M. A. Chauveau** montre que les mutations chimiques que subit, dans l'organisme, la ration carnée, pour aboutir à sa destination immédiate, dépensent plus d'oxygène, donc plus d'énergie, lorsque la protéine de cette ration se transforme en glycose, chez le diabétique, que quand elle se change en graisse, chez le sujet sain.

3° Sciences naturelles. — **MM. G. Marinesco** et **J. Minea** : Changements morphologiques des cellules nerveuses survivant à la transplantation des ganglions nerveux (voir p. 194). — **M. Ch. Henry**, interpolant les principales expériences de M. Chauveau sur l'énergétique musculaire, conclut que, pour la contraction statique et la contraction dynamique négative, la dépense spécifique est une fonction croissante avec la charge; pour la contraction dynamique positive, les courbes de variation de la dépense sont des paraboles. — **M. M. Hanriot** a étudié l'action toxique de la téphrosine; les symptômes produits sont : ivresse, secousses convulsives alternant avec la paralysie, polypnée et mort par arrêt respiratoire, le cœur continuant à battre. — **MM. R. Dubois** et **F. Vlès** ont constaté que l'action musculaire est seule capable de produire la reptation de la Fissurelle et l'adhérence au substratum de sa sole plantaire. — **M. Leclerc du Sablon** a reconnu que la fécondation, qui n'est pas nécessaire pour les variétés de figues cultivées en France, est cependant possible et augmente alors le poids de la récolte. — **M. Ch. Gatin** a observé la présence de plages poreuses à la base des radicelles, sur les racines et sur le pétiole du cotylédon dans des germinations de palmiers; ces formations sont à rapprocher des fossettes poussiéreuses des Marattiacées. — **M. G. Grandidier** a étudié deux crânes d'un Lémurien sub-fossile de Madagascar, le *Palaeopropithecus maximus*. Ses caractères semblent indiquer un animal fouisseur et peut-être nageur. — **M. Michel Lévy** a déterminé les paramètres qui caractérisent les magmas de la série des roches éruptives du Mont-Dore; il semble y avoir deux magmas à propriétés très différentes (scorie, fumerolle), qui se mélangent en diverses quantités. — **M. E. Oddone** communique quelques constantes sismiques déduites du tremblement de terre du 4 avril 1904 dans les Balkans; on a observé un intervalle de 33 minutes entre les secousses I et V, III et VI, VI et X.

Séance du 25 Mars 1907.

M. le Président annonce le décès de **M. M. Berthelot**, secrétaire perpétuel de l'Académie, et de M. le Colonel **Laussedat**, associé libre.

1° Sciences mathématiques. — **M. J. Boussinesq** présente une théorie approchée de l'écoulement sur un déversoir vertical en mince paroi, sans contraction latérale et à nappe libre. — **M. L. Lecornu** communique ses recherches sur une généralisation du mouvement de Poinsot. — **M. F. Ferber** arrive à la conclusion suivante, dans ses études sur les aéroplanes : Qu'une surface se meuve orthogonalement ou presque tangentiellement à sa trajectoire, la résistance que l'air lui oppose est la même.

2° Sciences physiques. — **M. H. Becquerel** a constaté que l'abaissement de température modifie considérablement les intensités des mouvements lumineux de périodes différentes qui constituent le phénomène de la phosphorescence. Les vibrations lumineuses de diverses bandes du spectre d'émission des sels d'uranium sont, à basse température, polarisées dans des directions différentes. — **M. J. Becquerel** démontre et vérifie expérimentalement que le pouvoir rotatoire magnétique et ses variations aux environs des bandes d'absorption des cristaux augmentent lorsque la température diminue jusqu'à celle de l'air liquide. — **M. Foix** montre que l'oxyde de thorium, dans les manchons des lampes à incandescence, est théoriquement inutile;

pratiquement, il est indispensable, car il sert de corps à l'oxyde de cérium dont le squelette, à l'état pur et sous une trop faible épaisseur, serait trop ramassé et trop fragile. — MM. **F. Laporte** et **R. Jouaust** ont observé que l'intensité lumineuse d'une lampe électrique à incandescence est pratiquement constante, quelles que soient les variations de la température ambiante. — M. **G. Meslin** explique la formation des cannelures supplémentaires dans les spectres produits par les réseaux parallèles. — M. **G. A. Hemsalech** montre que, dans le cas de l'étincelle de capacité, la décharge initiale constitue la première décharge du condensateur, tandis que, dans le cas de l'étincelle de self-induction, la décharge initiale est constituée par une étincelle produite par la décharge des électrodes de la capacité desquelles elle dépend, et elle sert uniquement à préparer le passage aux oscillations de la décharge du condensateur. — MM. **E. Briner** et **E. Mettler** ont étudié la formation du gaz ammoniac à partir de ses éléments sous l'action de l'étincelle électrique. Le rendement est maximum sous une pression voisine de 100 millimètres; il est alors de 17 grammes de gaz AzH^3 par kilowatt-heure.

3° Sciences naturelles. — M. **C. A. Ktenas** considère les assises de Pélaghia ainsi que la couche calcaire d'Athènes comme l'équivalent de l'Angoumien; on y rencontre un fossile caractéristique, l'*Hippurites atheniensis*.

Séance du 2 Avril 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Buhl** signale une extension de la méthode de sommation de M. Borel. — M. **J. Boussinesq** donne le calcul de la contraction inférieure d'une nappe sur un déversoir en mince paroi et de hauteur modérée, à nappe libre, armé à sa partie supérieure d'une plaque horizontale rejetant vers l'amont les filets fluides inférieurs. — M. **E. Oddone** a obtenu une nouvelle constante sismique : c'est le temps $T_1 = 17^{\text{min.}} \pm 1^{\text{min.}}$ que mettent les ondes sismiques longitudinales à traverser la Terre.

2° Sciences physiques. — M. **Em. Vigouroux** a isolé des bronzes de nickel, par traitements à $HAzO^3$ et à KOH fondue, un composé Ni Sn, poudre cristalline blanc d'argent, non magnétique; D = 8,44. — MM. **E. Kayser** et **H. Marchand** ont constaté que les levures accoutumées aux sels de manganèse produisent dans les moûts ordinaires une fermentation plus rapide, une plus grande disparition de sucre et une plus grande formation d'alcool. — M. **J. Trabot** a étudié l'évolution du carbone, de l'eau et des cendres chez l'orge en fonction de l'âge.

3° Sciences naturelles. — MM. **P. Carnot** et **A. Lelièvre** montrent qu'au cours des régénérations rénales il existe, dans le sang circulant et dans la glande régénérée, un excitant de la prolifération cellulaire rénale (néphro-poïétine), capable de provoquer cette même prolifération chez des animaux neufs. — M. **E. Roubaud** a constaté que les larves de *Simulium damnosum* qui vivent dans les ruisseaux de l'Afrique équatoriale sont pourvues de véritables branchies rectales exsertiles; c'est là un fait d'adaptation à la vie dans les eaux des contrées chaudes.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 12 Mars 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **F. J. Herrgott**, associé national.

M. **G. Pouchet** présente un Rapport sur une communication du Consul général de France à Batavia, signalant l'existence à Java d'une plante exerçant une action antidotique de l'intoxication par la strychnine.

Séance du 19 Mars 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **M. Berthelot**, membre de l'Académie.

Séance du 26 Mars 1907.

M. **F. Raymond** signale l'existence d'un *syndrome vestibulaire*, correspondant à un trouble du sixième sens des physiologistes, le sens de l'orientation. La recherche de ce syndrome est de la plus haute importance; il est, en effet, la traduction clinique d'une lésion du labyrinthe, c'est-à-dire de la branche vestibulaire du nerf auditif. Le sujet chez lequel le fonctionnement labyrinthique est touché n'est plus renseigné sur la direction des divers mouvements de translation de la totalité de son corps; il en résulte une rupture d'équilibre pouvant aller jusqu'à la chute, avec ou sans vertige visuel. — M. **Kelsch** donne quelques renseignements sur les revaccinations pratiquées à Paris dans la dernière quinzaine; les séances vaccinales de l'Académie, qui comptent en temps normal de 0 à 5 clients, ont vu ce chiffre s'élever à 1.500 en moyenne. Cette augmentation est due à l'émotion provoquée par l'épidémie locale de Dunkerque et au bruit fait autour d'elle par la presse; mais de telles épidémies locales ne sont pas rares: elles se présentent chaque année dans plusieurs départements. Les revaccinations devraient donc se faire régulièrement et normalement; il est, en effet, à craindre que des revaccinations hâtives, comme celles de ce mois, ne donnent pour la plupart un résultat nul.

Séance du 2 Avril 1907.

MM. **A. Poncet** et **R. Leriche** estiment qu'il existe des lipomes d'origine tuberculeuse ; pour eux, la tuberculose doit prendre place, à côté des autres infections, dans l'étiologie des néoplasies d'ordre inflammatoire.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 23 Mars 1907.

M. **A. Netter** montre que la brièveté de l'incubation, dans les accidents provoqués par l'ingestion de certaines huîtres, n'exclut pas la possibilité d'une infection. — MM. **M. Doyon** et **Cl. Gautier** ont vu l'incoagulabilité absolue du sang apparaître le troisième jour après l'extirpation du foie chez la grenouille. — M. **A. Mayer** a constaté qu'on peut, par l'action lente, à froid, des acides et des bases sur l'albumine dialysée, lui donner toutes les propriétés des albumines électropositives et électro-négatives. — M. **E. Fauré-Frémiet** estime que le macronucleus des Infusoires, constitué par un véritable tissu de microsomes, peut toujours être considéré comme un chromidium, mais il est entièrement indépendant de l'appareil mitochondrial. — M. **J. Gaillard** a traité cinq cas de fièvre typhoïde chez des enfants par les injections intra-veineuses d'argent colloïdal électrique à petits grains et a obtenu une guérison rapide. — M. **M. Hanriot** : Sur l'action de la téphrosine (voir p. 338). — M. **Ed. Chatton** a observé une nouvelle Haplosporidie, parasite de l'épithélium de l'intestin moyen des Daphnies, qu'il nomme *Caullerya Mesnili*. — M. **F. Battelli** et **Mlle L. Stern** ont constaté qu'une température élevée a un effet défavorable sur l'activité respiratoire du foie isolé, ainsi que sur la conservation du pouvoir oxydant des muscles. — M. **E. Maurel** résume ses recherches sur l'utilisation des aliments ingérés pendant la grossesse par la cobaye et la lapine. — MM. **V. Audibert** et **P. Valette** ont reconnu que la splénectomie provoque chez l'homme une éosinophilie marquée (23 %), qui tombe à 6 % six mois après l'opération. — M. **Ph. Eisenberg** a observé que le bacille du charbon symptomatique et le vibrion septique élaborent dans leurs cultures une hémolysine à action assez forte. — M. **G. Chamagne** montre que le suc de feuilles de digitale renferme un ou plusieurs colloïdes négatifs et que la partie active de la plante se trouve combinée ou absorbée par ces colloïdes. — M. **G. Vallet** décrit un procédé de numération des hématoblastes d'après le rapport qui existe entre eux et les leucocytes. — MM. **Cl. Gautier**, **A. Morel** et **V. Monod** montrent que la coloration rouge-

cerise du lait en présence d'alcalis concentrés ne nécessite que la présence du lactose et d'un corps albumineux. — M. L. **Lepage** présente une canule à soupapes pour l'anesthésie. — M. J. **Cluzet** a déterminé les coefficients de la formule d'excitation ($Q = a + bt$) d'un certain nombre de muscles et de nerfs, normaux et anormaux.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 19 Mars 1907.

MM. **Alezais** et **Peyron** ont étudié le développement des paraganglions lombaires chez le chat, le chien et l'homme. — Les mêmes auteurs concluent d'une étude sur les tumeurs dites gliomateuses des capsules surrénales qu'elles sont d'origine sympathique. — M. J. **Cotte** a reconnu l'absence d'hématine et de biliverdine chez l'*Actinia equina*. — MM. F. **van Gaver** et P. **Stephan** montrent que le corps flottant du liquide péricardique du *Ciona intestinalis* contient un parasite, auquel ils donnent le nom de *Cardiosporidium cionae*; c'est un sporozoaire, mais assez différent des formes connues.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 5 Mars 1907

M. L. **Gentes** a constaté que le lobe nerveux de l'hypophyse et le sac vasculaire sont des dépendances de portions voisines de la paroi de l'infundibulum; on ne peut les considérer comme des organes homologues. — M. H. **Sérégé** maintient ses conclusions sur l'indépendance vasculaire du foie droit et du foie gauche. D'autre part, il a reconnu l'existence d'un double courant sanguin dans la veine porte. — M. C. **Sauvageau** signale l'existence de la sexualité chez l'*Halopteris* (*Stypocaulon*) *scoparia*. — M. G. **Denigès** décrit quelques réactions nouvelles de l'inosite, applicables à sa recherche dans l'urine : réduction de la liqueur de Fehling, précipité jaune avec l'acétate mercurique, coloration jaune avec l'acétate de baryte. — M. H. **Charrier** décrit la structure de la trompe du *Nephthys Hombergi*. — M. J. **Gautrelet** a déterminé la toxicité de certaines couleurs d'aniline; les colorants actifs sont, en général, les plus toxiques. — MM. A. **Auché** et L. **Tribondeau** décrivent un nouveau flacon compte-gouttes pouvant rendre des services dans la technique histologique.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Mars 1907.

M. Ch. **Nordmann** a étudié les *effets magnétiques de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905*. Il s'est superposé, à l'agitation générale des aimants qui régna le 30 août 1905, une perturbation magnétique particulière accompagnant l'éclipse, et dont l'effet fut, en toutes les stations, de ramener l'aiguille de déclinaison vers l'Est (c'est-à-dire vers sa position moyenne) d'une fraction notable de son élongation occidentale normale. La valeur de cette force perturbatrice fut, là où l'éclipse était totale, certainement au moins égale à 88.10^{-6} gauss et sans doute trois fois supérieure (ce qui correspond à une déviation de 3′ de la déclinaison à Philippeville). La valeur maxima coïncida en toutes les stations étudiées avec la plus grande phase de l'éclipse elle-même. Il semble que l'on peut concevoir de la manière suivante les causes physiques qui ont produit ce phénomène : il a été démontré, notamment par les travaux de Schuster, que la variation diurne de l'aiguille aimantée est due à un potentiel variable, extérieur à la surface de la Terre et qui tourne dans l'atmosphère avec le mouvement diurne du Soleil, attirant la pointe Nord de la boussole le matin vers l'Est, l'après-midi vers l'Ouest. Quel que soit le mécanisme par lequel les rayons solaires produisent dans l'atmosphère supérieure ce potentiel variable, il est naturel de penser que la suppression du rayonnement solaire doit avoir pour effet une diminution de ce potentiel variable, et que l'aiguille doit tendre à revenir à sa position d'équilibre, dont ce potentiel l'écartait normalement. Or, précisément aux heures où avait lieu l'éclipse, l'aiguille est habituellement à l'ouest de sa position normale et l'éclipse s'est accompagnée d'une rétrogradation de l'aiguille vers l'Est. — M. P. **Culmann** présente les instruments suivants construits par la maison Zeiss : 1° Un *spectrographe de MM. Pulfrich et Löwe pour les radiations visibles et ultra-violettes*. L'instrument peut servir pour la vision et pour la photographie. Pour la vision, il est autocollimateur. Ce dispositif, tout en réduisant les dimensions de l'appareil, a l'avantage de réaliser automatiquement le minimum de déviation au moyen d'une simple rotation du prisme. 2° Le *microscope de mesure de M. Löwe*. Cet instrument doit servir à faire des mesures avec une précision intermédiaire entre celle d'une simple règle et celle de la machine à diviser. Le tube du microscope, avec la crémaillère de mise au point, est monté sur un chariot qui se déplace au moyen d'une vis micrométrique dont le tambour est gradué en centièmes de millimètre. 3° La *lampe à arc au mercure de M. Siedentopf*. Les pôles positif et négatif sont concentriques, comme dans le modèle de MM. Fabry et Pérot. 4° Le *brûleur au sodium de M. Löwe*, destiné à être employé avec les réfractomètres à réflexion totale ou incidence rasante qui exigent une grande source de lumière. (*A suivre.*)

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 22 Mars 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **Marcelin Berthelot**, président d'honneur de la Société. La séance est levée en signe de deuil.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 13 Décembre 1906 (fin).

M. F. W. **Aston** présente ses *recherches sur la longueur de l'espace sombre cathodique* pour diverses densités de courant et pressions dans différents gaz. Elles le conduisent à cette conclusion que l'espace sombre peut être considéré comme une région d'électrisation positive voyageant vers la cathode et dans laquelle la charge positive totale équilibre exactement la charge négative sur la cathode. Le mouvement des ions positifs peut être montré d'une façon frappante par un tourniquet en mica monté à l'intérieur de l'espace obscur et qui se met à tourner violemment dans la direction opposée à celle qu'on attribue aux rayons cathodiques émanant de l'électrode. — M. H. G. **Plimmer** conclut de ses *nouvelles observations sur les effets produits sur les rats par les trypanosomes de la fièvre de Gambie et de la maladie du sommeil* que ces deux maladies ne peuvent plus être considérées comme différentes, puisque leurs agents ont produit des effets semblables sur les animaux étudiés.

Séance du 24 Janvier 1907.

M. J. **Lunt** : *Sur la présence de l'europium dans les étoiles*. Ayant obtenu, par des mesures sur la ligne du calcium λ 4435,851 dans le spectre d'α Boötis et de β Geminorum, des valeurs de vitesse radiale en désaccord avec celles qu'on déduit d'autres lignes stellaires, l'auteur suspecta cette ligne de n'être pas pure dans les étoiles précédentes. La vitesse radiale résultante était celle qu'aurait donné une ligne perturbatrice très proche de celle du calcium et placée à environ λ 4435,753. Or, Exner et Haschek ont signalé une forte ligne de l'europium à λ 4435,75. La recherche d'autres lignes fortes de l'europium dans le spectre d'Arcturus révéla plusieurs lignes stellaires fortes anormales dont la position coïncide avec celle de lignes de l'europium; l'auteur conclut que tous ces faits ne peuvent s'expliquer sans admettre la présence de l'élément rare en

question. Il montre qu'il existe également dans la chromosphère solaire. — Le comte de **Berkeley** présente ses recherches *sur l'application de l'équation d'état de Van der Waals aux solutions*, en particulier aux résultats des mesures directes de pression osmotique à 0°C. Par l'introduction d'une troisième constante, il est parvenu à deux équations auxquelles obéissent les valeurs expérimentales :

$$\left(\frac{A}{v} - p + \frac{a}{v^2}\right)\left(v - b\right) = RT \qquad (1)$$

$$\left(\frac{A}{v} + p - \frac{a}{v^2}\right)\left(v - b\right) = RT \qquad (2),$$

où p est la pression osmotique, R et T la constante des gaz et la température absolue, tandis que le v de l'équation (1) est le volume d'eau qui contient 1 gr.-mol. du corps dissous et le v de l'équation (2) le volume de solution contenant 1 gr.-mol. Les deux équations donnent des valeurs impossibles pour les points critiques. — **Sir James Dewar** et **H. O. Jones** : *Sur un nouveau fer-carbonyle et sur l'action de la lumière et de la chaleur sur les fers-carbonyles.* Les auteurs ont poursuivi leurs expériences sur l'action de la lumière sur le fer-pentacarbonyle liquide et sur l'action de la chaleur sur le composé solide qui en résulte, le diferrononacarbonyle. Au cours de ces expériences, de nouvelles et intéressantes observations furent faites, et un nouveau composé de fer et d'oxyde de carbone fut découvert. L'action de la lumière sur le fer-pentacarbonyle seul ou en solution a pour résultat la formation de $Fe^2(CO)^9$ et d'oxyde de carbone, excepté dans deux cas : 1° lorsque le solvant est du nickel-carbonyle ; 2° lorsque la température est supérieure à 56°C. L'absence de toute action due à la lumière au-dessus de 56°C. a été confirmée par l'emploi de tubes renfermant un petit manomètre, qui ne présenta pas de changement de pression lorsqu'aucun solide ne se déposait, et montra que le dépôt de solide est une preuve délicate de la moindre action. A 35°C. se forme un dépôt solide, et la pression se développe en cinq minutes, au soleil. De 45° à 50°C. se forme un dépôt solide, et la pression se développe en trente minutes, au soleil. A 56°C. aucun dépôt de solide ne se forme et il ne se développe aucune pression pendant cinq à douze heures d'exposition au soleil. On a mesuré la rapidité de la réaction et l'on a trouvé que c'est une réaction de premier ordre. La marche de la décomposition a été comparée à la marche de la réaction entre le chlorure ferrique et l'acide oxalique, étudiée par Lemoine ; on a trouvé que le fer-carbonyle est légèrement plus sensible à la lumière que le mélange employé par Lemoine. Les auteurs ont aussi mesuré la marche de l'action inverse de l'oxyde de carbone sur le solide, qui se produit dans l'obscurité, et ils l'ont trouvée très faible à la température ordinaire, mais ayant un coefficient de température presque normal ; la vitesse est presque triplée pour une augmentation de 10°C. On peut ainsi proposer une explication raisonnable de l'absence de toute action de la lumière au-dessus de 56°C. Si l'action directe induite par la lumière a un coefficient de température très faible, comme la réaction étudiée par Lemoine, l'action opposée étant environ 240 fois plus rapide à 56°C. qu'à 16°C. empêcherait facilement l'accumulation de quantités appréciables des produits de la décomposition. L'action de la chaleur sur le diferrononacarbonyle seul produit une décomposition représentée par l'équation : $2Fe^2(CO)^9 = 3Fe(CO)^5 + Fe + 3CO$. Lorsqu'on chauffe le solide en présence d'hydrocarbures, d'éther, de bromobenzène ou de fer-pentacarbonyle, on obtient cependant des solutions vertes ; il se produit du fer-pentacarbonyle, mais aucun gaz ne se dégage ; si l'on emploie comme solvant l'alcool, la pyridine, l'acétone ou l'acétonitrile, on obtient des solutions rouges, mais aucun gaz ne se dégage ; avec du nickel-carbonyle comme solvant, il se dégage du gaz et il se dépose du fer. Des solutions vertes, dans des conditions convenables, se déposent des cristaux verts lustrés, qui forment un nouveau composé, le fer-tétracarbonyle, $x[Fe(CO)^4]$, formule dans laquelle x a une valeur élevée, probablement voisine de 20. Le nouveau composé a un volume moléculaire de 84 pour l'unité $Fe(CO)^4$, et il est très stable. Il n'est pas décomposé par l'acide chlorhydrique concentré chaud ; il est attaqué par l'acide sulfurique concentré chaud, donnant du monoxyde de carbone et du sulfate ferreux ; il est rapidement décomposé par l'acide nitrique froid. Le fer-tétracarbonyle se dissout dans les hydrocarbures, l'éther, le fer-pentacarbonyle, le nikel-carbonyle, l'acétone et l'acétonitrile pour donner des solutions vertes qui ne changent pas par un court chauffage et qui déposent le composé vert sans changement lorsqu'elles sont évaporées en dehors du contact de l'air ; dans la pyridine et l'alcool, le composé se dissout pour donner une solution verte, qui se transforme lentement au froid et rapidement par la chaleur dans une solution rouge. Les solutions vertes présentent une bande d'absorption caractéristique dans le jaune, tandis que les solutions rouges ne présentent aucune absorption sélective.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

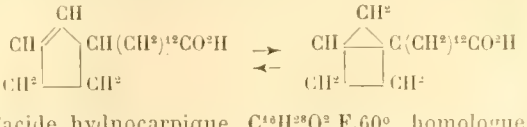
Séance du 8 Mars 1907.

MM. **F. T. Trouton** et **S. Russ** ont recherché la *vitesse de récupération de la charge résiduelle dans les condensateurs électriques* quand la différence de potentiel des plaques est maintenue constante. Ils ont employé deux méthodes. Dans la première, utilisée avec les condensateurs en mica, le potentiel, observé avec un électromètre, est maintenu constant au moyen d'une résistance variable qui est graduellement augmentée lorsque le courant de récupération diminue. La haute résistance nécessaire consiste en deux plaques métalliques horizontales séparées par de l'air ionisé ; un écran mobile peut être introduit entre les plaques de façon à diminuer graduellement la section de la résistance de l'air. La seconde méthode a été utilisée quand la charge résiduelle est assez grande. Le courant passe dans un galvanomètre amorti et la valeur du courant de récupération est mesurée à chaque instant ; dans ce cas, la différence de potentiel entre les plaques peut être considérée comme constante, puisqu'elle est pratiquement nulle. La courbe courant-temps se montre voisine d'une hyperbole. On en conclut que la quantité d'électricité récupérée à un moment quelconque suit la loi $Q = a \log (p + t)$, semblable à celle qu'ont trouvée Rankine et d'autres pour la récupération de tension dans les corps élastiques surétirés quand la déformation est maintenue constante.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 7 Mars 1907.

MM. **M. Barrowcliff** et **F.-B. Power** poursuivent leurs recherches sur l'acide chaulmoogrique, $C^{18}H^{32}O^2$,F.68°. L'oxydation ménagée le convertit en un mélange de trois acides hydroxydés ; une oxydation plus complète donne un mélange d'acide *n*-pentadécane-αα'γ- tricarboxylique, $CO^2H.(CH^2)^2.CH(CO^2H).(CH^2)^{12}.CO^2H$,F.68° et d'un acide cétonique $CO^2H.(CH^2)^2.CO.(CH^2)^{12}.CO^2H$; ce dernier fournit à son tour par oxydation les acides *n*-dodécane et *n*-undécanedicarboxyliques. On en déduit pour l'acide chaulmoogrique l'une des deux formules suivantes, un état de tautomérisme existant probablement entre ces deux structures :



L'acide hydnocarpique, $C^{16}H^{28}O^2$,F.60°, homologue de l'acide chaulmoogrique, fournit par oxydation de l'acide *n*-tridécane-αα'γ-tricarboxylique, F.60°, et de l'acide

n-décanedicarboxylique. Il possède une forme analogue à celle de l'acide chaulmoogrique, avec $10CH^2$ dans la chaîne latérale au lieu de 12. — MM. **R.-J. Caldwell** et **S.-L. Courtauld** ont constaté que, dans l'hydrolyse de l'amygdaline par les acides, la séparation des deux molécules de glucose a lieu en deux étapes; on obtient d'abord le glucoside du mandélonitrile, qui se dédouble ensuite en HCAz, benzaldéhyde et glucose. — Les mêmes auteurs montrent que le glucoside du mandélonitrile est isomère avec la prulaurasine et la sambunigrine. — M. **S.-J.-M. Auld**, en hydrolysant l'amygdaline par l'émulsine, a obtenu soit le glucoside du mandélonitrile et du dextrose, soit la benzaldéhydecyanhydrine et un αβ-disaccharide, qui se résout à son tour en deux molécules de dextrose. — M. **H.-D. Law**, en réduisant électrolytiquement les aldéhydes aromatiques en solution alcaline, a obtenu des composés du type de l'hydrobenzoïne; si un CH^3 est substitué en *o* ou *m*, il ne se forme que des produits résineux. En solution acide, on obtient à froid des alcools primaires. — MM. **G.-T. Morgan** et **Ed. Cohen** ont préparé les sulfonates aromatiques de cérium, qui sont des composés cristallins solubles. — MM. **H.-M. Dawson** et **C.-G. Jackson** ont constaté que le système $Na^2S^2O^3 + 5H^2O$ peut exister à 25° sous six formes différentes, caractérisées chacune par un volume défini : 1° pentahydrate primaire; 2° pentahydrate secondaire; 3° tétrahydrate secondaire et solution saturée; 4° pentahydrate primaire et solution saturée; 5° monohydrate secondaire et solution saturée; 6° liquide. — M. **Th. S. Price** a observé que le persulfate de potassium cause une dépression moléculaire du point de congélation des solutions aqueuses de H^2O^2 moindre que dans l'eau; on en déduit qu'il se forme un composé instable en solution. Il en est de même pour le sulfate de K et H^2O^2. — MM. **E.-F.-J. Atkinson**, **H. Ingham** et **J.-F. Thorpe**, en traitant par H^2SO^4 concentré froid le β-imino-α-cyano-β-*o*-tolylpropionate d'éthyle, ont obtenu le 1 : 2-naphtylènediamine-2-carboxylate d'éthyle; le β-imino-α-cyano-α-phényl-β-*o*-tolyléthane, soumis au même traitement, fournit le 1 : 3-diamino-2-phénylnaphtalène. — M. **A.-W. Bain**, en faisant réagir le dibromure d'éthylène sur la diacétylacétone sodée, a obtenu un composé cyclique $C^8H^{10}O^2$, F. 62°-63°, qui s'isomérise facilement par chauffage avec HCl concentré en donnant un dérivé de la pyrone.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 6 Décembre 1906.

M. **P.-F. Frankland** fait une étude sur les nouveaux procédés d'emploi de l'azote atmosphérique et la fabrication de composés azotés.

Séance du 14 Février 1907.

MM. **P.-F. Frankland** et **H. Silvester** communiquent leurs recherches sur *la purification bactérienne des eaux d'égouts ayant reçu une forte proportion de liquides résiduaires des usines à gaz.* Cette présence occasionne des difficultés considérables, mais non insurmontables, dans la purification bactérienne; d'autre part, l'oxydation de ces eaux par des composés chimiques reviendrait à un prix beaucoup trop élevé. En utilisant des lits à grande surface, assurant un triple contact, et en n'admettant qu'une quantité restreinte d'eau d'égouts sur les lits, les auteurs ont obtenu une purification satisfaisante avec des eaux contenant jusqu'à 9 °/₀ de résidus d'usines à gaz. Les effluents ne se putréfient pas, permettent la vie des poissons, présentent des chiffres raisonnables pour l'ammoniaque albuminoïde et l'oxygène absorbé, tandis qu'ils sont presque invariablement exempts de sulfocyanures et contiennent une abondance de nitrates. Les expériences faites sur le poisson doré montrent qu'il peut vivre au moins vingt-quatre heures sans préjudice dans une solution contenant jusqu'à 250 parties de CAzS dans 100.000. Par contre le *B. coli communis* est affecté même par 10 parties de CAzS dans 100.000.

SECTION CANADIENNE

Séance du 18 Janvier 1906.

M. **W.-G. Miller** a étudié les dépôts arsénifères de cobalt et de nickel et ceux d'argent de Temiskaming (Ontario). Il y a trouvé les corps suivants : Ag, Bi natifs; graphite; nicolite, NiAs; chloanthite, $NiAs^2$; smaltite, $CoAs^2$; érythrite, $Co^3As^2O^8.8H^2O$; annabergite, $Ni^3As^2O^8.8H^2O$; argentite, Ag^2S; millérite, NiS; mispickel, FeAsS; cobaltite, CoAsS; dyscrasite, Ag^6Sb; pyrargyrite, Ag^3SbS^3; tétrahédrite, $Cu^8Sb^2S^7$.

Séance du 10 Mai 1906.

M. **R. Harcourt** étudie les produits à base de farine de blé ou d'avoine récemment lancés dans le commerce sous le nom de « breakfast food » (aliments pour déjeuners). Il arrive à la conclusion qu'ils constituent une nourriture très économique; cependant, ils ne sont pas appropriés à tous les consommateurs, et les denrées pré-digérées doivent être recommandées à ceux qui ont de la difficulté à digérer l'amidon.

Séance du 7 Février 1907.

M. **F.-W. Babington** a expérimenté les méthodes de détermination de l'alcool méthylique dans l'acétone. Il propose de leur substituer une nouvelle méthode basée sur l'éthérification de l'alcool par l'acide borique et la titration de l'éther formé.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 12 Décembre 1906.

M. **H. Bassett jr** signale deux cas d'électrolyse du sol, qui se sont produits à la suite de perte de courant par des cables électriques, et qui ont abouti à la formation d'un alliage liquide de sodium et de potassium aux dépens des alcalis du sol.

Séance du 7 Janvier 1907.

MM. **C. Bergtheil** et **R. V. Briggs** montrent que la méthode de Bloxam pour la détermination de l'indigotine dans l'indigo commercial (par sulfonation avec l'acide sulfurique fumant) donne invariablement des résultats trop faibles; il faut multiplier ceux-ci par un facteur égal à 1,026 pour avoir le résultat exact.

SECTION DE LONDRES

Séance du 4 Février 1907.

MM. **G. Young** et **B. Caudwell** décrivent un appareil pour la production de CO^2 dans la détermination de l'azote dans les composés organiques par la méthode absolue; ils utilisent l'action de H^2SO^4 concentré sur K^2CO^3.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 25 Janvier 1907.

M. **S. F. Peckham** conclut de ses recherches que toutes les poussières (de charbon, de bois, de blé, de sucre, de savon, et en général toute poussière capable de brûler) sont dangereuses. Aucune flamme libre ne doit être portée dans un endroit où existent des poussières de ce genre, et l'on doit éviter autant que possible leur présence.

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séance du 7 Décembre 1906.

M. **A. H. Gill** a étudié les appareils d'Ordway et Mackey destinés à mesurer l'aptitude des huiles à produire la combustion spontanée; celui de Mackey donne les résultats les plus concordants dans le temps le plus court.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 23 Janvier 1907.

M. **F. J. R. Carulla** a étudié l'emploi de la solution étalon d'ammoniaque en acidimétrie. En prenant les

précautions que réclament les propriétés particulières de cette solution, on obtient d'excellents résultats.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 13 Décembre 1906.

M. W. Waldeyer présente un Mémoire relatif à l'*arteria vertebralis*, Mémoire où il discute un certain nombre de variétés, en particulier le cas où l'artère entre dans l'annexe non pas de la sixième, mais de la cinquième vertèbre du cou. Cette variété se présente plus souvent du côté gauche que du côté droit, notamment toutes les fois (autant que le font voir ces expériences) que l'artère prend sa naissance de l'arc aortique.

Séance du 20 Décembre 1906.

M. A. Engler présente ses contributions à la connaissance des formations végétales du Transvaal et de la Rhodésie. Bien que ce dernier pays soit traversé par un réseau de chemins de fer, sa flore n'était jusqu'ici que peu explorée. L'auteur a eu l'occasion de faire des études originales sur ces formations végétales, lors du voyage de l'Association Britannique pour l'avancement des Sciences, en août-septembre 1905. Après avoir décrit en détail l'habitus des flores de ces différentes contrées, il étudie les conditions climatériques qui en sont la base. — **M. H. Braus**, professeur à Heidelberg, adresse une Note sur la morphogenèse des requins inférieurs. L'auteur y étudie la taxonomie, les œufs et leurs enveloppes, ainsi que l'existence dans la Méditerranée de ces poissons. L'examen des embryons de *Notidamides* et de *Spinacides*, dont M. Braus discute la position systématique relativement aux autres embryons de requins, lui permet d'approfondir leur différenciation historique, ainsi que les facteurs efficaces de leur évolution actuelle.

Séance du 10 Janvier 1907.

M. Stumpf présente une Note au sujet de ses observations sur les sons de combinaison. Ces observations, dans lesquelles l'influence des harmoniques supérieures était éliminée au moyen de dispositifs d'interférence, ont démontré à l'évidence, pour deux sons simultanés t et h, l'existence des sons de combinaison suivants : 1° $h - t$, $h + t$; 2° $2h - t$, $2t - h$, $3h - 2t$, $3t - 2h$. Ces sons se rangent avec les sons primaires en deux séries arithmétiques indépendantes. Ils se déduisent immédiatement de l'effet des vibrations primaires, les sons de combinaison, comme on le démontre, ne formant de nouveaux sons de combinaison, ni entre eux, ni avec les sons primaires. Cependant, le son $h - t$, dans le cas de $h : t < 2 : 1$, et le son $2t - h$ (lequel par définition même s'évanouit pour $2 : 1$) possèdent seuls une intensité considérable.

Séance du 17 Janvier 1907.

M. Munk présente un deuxième Mémoire sur les fonctions du cervelet. La fonction spécifique de cette partie du cerveau consisterait à conserver ou à régler l'équilibre pendant la marche et dans les attitudes verticale, horizontale et assise du corps. Le cervelet est, dans ces différents cas, mis à contribution au fur et à mesure des besoins du moment. A l'égal des autres organes centraux de l'appareil moteur (le grand cerveau, la moelle épinière, les centres principaux, les centres de la moelle), dont chacun agit sur le centre subordonné à sa fonction spécifique, il agirait sur les centres de la moelle et musculaires dans la région de l'épine dorsale et des extrémités, en excitant ces centres avec une intensité variable, mais toujours peu considérable. ALFRED GRADENWITZ.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 8 Février 1907.

MM. J. Frank et **R. Pohl** rendent compte de leur méthode pour déterminer la mobilité des ions dans les petites masses gazeuses. Les mobilités des ions, dans le cas des gaz difficiles à produire, seraient tout particulièrement intéressantes à connaître pour des raisons d'un ordre théorique. Or, toutes les méthodes jusqu'ici connues demandent des quantités relativement considérables de gaz. La méthode de M. Rutherford, qui consiste à déterminer la mobilité d'un ion par son amplitude dans un champ alternatif, est la seule qui permette d'opérer avec des quantités réduites. Or, cette méthode, sous sa forme originale, étant malheureusement limitée aux ions de l'effet photo-électrique, ne donne que les mobilités des ions négatifs, les vitesses des ions positifs dans le cas en question étant extrêmement réduites. Les auteurs ont donc modifié la méthode de Rutherford, de façon qu'elle puisse servir à déterminer avec une grande précision la mobilité des ions des deux signes engendrés par les substances radio-actives et par les rayons X, même dans quelques centimètres cubes du gaz. Après avoir été engendrés en dehors du condensateur de mesure, les ions sont transportés dans le champ alternatif en direction parallèle à la direction du champ, à travers de petits trous pratiqués dans l'une des plaques du condensateur, à une vitesse si peu considérable qu'ils n'atteignent point une distance sensible de la plaque. Dans la présente Note, les auteurs étudient les ions de l'air atmosphérique; dans un travail ultérieur, ils entendent appliquer leur procédé à la détermination des mobilités des ions de l'hélium. — **MM. E. Gehrcke** et **C. Reichenheim** présentent une seconde Note sur les rayons anodiques. Dans leur Note antérieure, présentée à la même Société, les auteurs avaient fait voir que l'anode, dans des circonstances convenables, émet des rayons qui paraissent composés de particules positivement chargées et animées d'un mouvement de propagation. Or, les rayons anodiques autrefois étudiés étaient tous engendrés par des anodes se trouvant à un potentiel peu élevé; aussi la vitesse des rayons, devant être assez petite, ne permettait-elle qu'un temps d'observation de quelques minutes. Le dispositif décrit par les auteurs donne des rayons anodiques plus rapides; les anodes qu'il comprend se prêtent à des expériences plus prolongées. Ces recherches viennent jeter un jour inattendu sur les phénomènes se passant dans l'arc voltaïque. C'est, comme on le sait, l'anode qui, dans le cas de l'arc voltaïque, présente une discontinuité de potentiel considérable et une vaporisation très intense. Or, comme les électrodes en général contiennent du carbone, il est plausible qu'elles émettent des rayons anodiques. L'existence de ces rayons expliquerait parfaitement l'ionisation positive au sein de l'arc. — **M. O. von Baeyer** présente un Mémoire sur la structure des raies spectrales les plus fines. Dans un travail antérieur, l'auteur, en collaboration avec M. E. Gehrcke, avait indiqué une méthode basée sur les points d'interférence, pour décomposer les raies spectrales. Dans la présente Note, il répète avec des ressources perfectionnées les mesures antérieures sur les lignes spectrales les plus fines pour lesquelles on a constaté l'existence de satellites. Cette méthode permet de séparer « les fantômes » des véritables satellites. Le nombre de satellites constaté a pu être ainsi augmenté dans certaines limites. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 7 Février 1907.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. F. Hopfner** : Le rayonnement solaire sur la Terre et l'absorption des rayons calorifiques par l'air atmosphérique d'après la loi de Lambert (1). — **M. G. Urban** a reconnu que l'α-naphtoquinone s'ajoute à l'hydroquinone pour former une quinhydrone mixte. — **M. F. Glassner**, en faisant réagir l'acide salicylique sur le chlorure phénylacétique en présence d'$AlCl^3$, a obtenu l'acide désoxybenzoïne-4-oxy-3 carbonique, qui peut être dédoublé en toluène et acide 4-oxyisophtalique ou en *p*-oxydésoxybenzoïne

et CO^2. — MM. **M. Stritar** et **R. Fanto** : La théorie du processus de la saponification.

2° Sciences naturelles. — Mlle **A. Glinkiewicz** décrit trois parasites observés sur le *Pachyuromys duprasi* : le *Myobia musculi*, l'*Eremophthirius Werneri* et le *Xenopsylla pachyuromyidis*. — M. **G. Mayr** a déterminé les fourmis récoltées sur le Haut-Nil par M. F. Werner et découvert une nouvelle espèce : le *Cremastogaster Werneri*. — M. **F. Schorn** a étudié les cellules muqueuses de quelques Urticacées ; elles ressemblent à celles des Malvacées et des Tiliacées, exception faite pour la *Girardinia palmata*, où le mucus se présente sous forme de cystolithes et ne dérive pas de la membrane cellulaire. Le mucus sert probablement à retenir l'eau et augmente la force de résistance de la plante contre la sécheresse. — M. **von Höhnel** décrit 47 espèces nouvelles de champignons.

Séance du 14 Février 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **R. Girtler** étudie les valeurs extrêmes des fonctions qui satisfont aux équations de Laplace.

2° Sciences physiques. — M. **F. Ehrenhaft** a mis en évidence, par des observations à l'ultramicroscope, l'existence d'un mouvement moléculaire brownien dans les gaz. Les vapeurs des métaux Ag, Au, Pt, volatilisés dans l'arc, se condensent en petites particules oscillant dans l'air, dont les dimensions moyennes ne sont qu'une petite fraction de la longueur d'onde moyenne de la lumière. Les particules ultramicroscopiques de la vapeur de l'oxyde de zinc présentent aussi ce mouvement brownien. — M. **J. Sterba** a étudié l'action chimique des rayons cathodiques. Sous l'influence de ceux-ci, NaCl dégage du Cl et le résidu a une réaction alcaline ; le nitrate de soude est en partie transformé en nitrite ; le chlorate de potassium forme de l'hypochlorite et du chlorure. — M. **G. Goldschmiedt** est parvenu à préparer de l'acide fluorhydrique anhydre dans les vases en cuivre.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Janvier et Février 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **S. Pincherle** s'occupe du lien qui existe entre la loi de formation des coefficients dans un développement asymptotique, et la singularité de la fonction représentée. — M. **E. Almansi** : Sur les équations de l'élasticité. — M. **G. Fubini** démontre que le problème de Dirichlet, au moins pour certaines conditions, peut se considérer comme limite d'un problème ordinaire de minimum ; dans une deuxième Note, l'auteur s'occupe de quelques nouveaux problèmes auxquels est applicable le principe de Dirichlet. — M. **H. Lebesgue** : Encore une observation sur les fonctions dérivées. — M. **P. Pizzetti** donne l'expression de la valeur maximum de la différence entre deux angles correspondants de deux triangles géodésiques ayant les mêmes côtés. — M. **L. Rolla** a cherché une méthode qui permette de vérifier, d'une façon propre à la démonstration dans les cours, les résultats obtenus par M. Volterra en étudiant les corps plusieurs fois connexes ; M. Rolla a trouvé un procédé optique qui se rattache à la double réfraction produite par les déformations dans la gélatine.

2° Sciences physiques. — MM. **A. Battelli** et **L. Magri** décrivent les particularités que l'on observe dans la constitution de l'étincelle électrique, et qui changent notablement lorsque varient les conditions de la décharge. En soumettant l'étincelle à l'action d'un champ magnétique intense, l'influence du champ est remarquable seulement quand la décharge est à longue période. — MM. **A. Battelli** et **A. Stefanini** transmettent une étude expérimentale sur la relation qui existe entre la pression osmotique et la tension superficielle. — M. **F. Piola** s'occupe des courants de Foucault dans le noyau conducteur interne d'un solénoïde parcouru par un courant alternatif ; dans une autre Note, M. Piola, après avoir examiné la distribution du champ magnétique et du flux d'induction dans un faisceau de fils cylindriques conducteurs placés dans un solénoïde parallèlement à l'axe de ce dernier, lorsque la différence de potentiel active aux extrémités du solénoïde était alternée sinusoïdale, reprend son étude dans le cas où cette différence est due à la décharge d'un condensateur. — M. **O. M. Corbino** ajoute quelques observations aux recherches de MM. Battelli et Magri sur l'hystérèse magnétique du fer pour des courants de haute fréquence, en observant qu'elles confirment ce qu'il avait énoncé : c'est-à-dire que l'augmentation de l'aire d'hystérèse avec la fréquence visible dans les figures obtenues par lui n'est pas due aux courants de Foucault. — M. **G. Magri** décrit l'appareil qui lui a permis d'exécuter des recherches sur les solvants inorganiques à basse température. — M. **G. Gallo** présente une méthode d'analyse des produits sidérurgiques qui renferment une grande quantité de chrome. — M. **G. Landini** étudie l'influence de la formaline sur le pouvoir rotatoire du glucose en rapport avec la théorie de la multirotation. — MM. **A. Angeli** et **L. Marino** donnent une notice préliminaire sur l'acide santoninique, sur la santonine et sur les relations probables qui existent entre la structure de cette substance et celle de quelques sesquiterpènes que l'on rencontre dans la Nature. — MM. **E. Paternò** et **L. Spallino** décrivent leurs recherches sur la constitution du dioxyéthylène. — MM. **G. Plancher** et **U. Ponti** ont fait des recherches relatives à l'action du chloroforme sur l'α-méthylindol et sur quelques pyrrols. — M. **U. Grassi** s'est proposé d'établir la part que prend l'hydrogène dans l'augmentation de la conductibilité de l'eau privée d'air, lorsque dans cette eau on fait passer de l'hydrogène en présence du bromure de radium. Cette augmentation de conductibilité semble dépendre d'une action spécifique des gaz dissous dans l'eau, et les émanations du radium n'ont aucune influence. — MM. **L. Mascarelli** et **M. Martinelli** décrivent la manière dont se comportent cryoscopiquement les dérivés iodyliques dissous dans l'acide formique.

3° Sciences naturelles. — M. **O. Scarpa** a mesuré la radio-activité de produits divers du Vésuve ; il a reconnu qu'en général ces produits possèdent une radio-activité comprise entre un millième et un demi-millième de celle de l'uranium, et qu'il semble se confirmer une activité plus grande pour les produits plus anciens. — M. **F. Eredia** s'occupe de la quantité de pluie tombée à Rome dans les années 1825 à 1905 ; et il arrive à la conclusion que les mois de décembre, novembre et janvier sont les plus pluvieux, et que le maximum appartient au mois d'octobre. — M. **A. Rosati** transmet une étude cristallographique sur les séléniates de thorium octohydratés. — M. **M. Gortani** démontre, à l'aide d'espèces fossiles, l'existence du Dévonien inférieur dans le versant italien des Alpes Carniques. — M. **E. Clerici** indique la meilleure composition des liquides qui peuvent servir, par leurs densités différentes, à séparer les minéraux. — M. **N. Strampelli** a exécuté à l'Ecole d'Agriculture de Rieti une série d'intéressantes expériences sur la sélection et sur l'hybridation du froment et du maïs ; les variétés obtenues présentent une grande résistance aux parasites et à l'affaissement. — M. **G. Pollacci** décrit les expériences récemment exécutées par lui, qui confirment l'existence de la formaldéhyde dans les plantes vertes, existence signalée pour la première fois par l'auteur en 1899. — M. **R. Perotti** démontre qu'il est possible, pour l'examen bactériologique agraire du terrain, de perfectionner la méthode du dénombrement des germes, en recourant à l'extrait aqueux de tourbe pour la culture des microbes. — M. **M. Chiò** décrit ses recherches sur les courants de démarcation des muscles.

Ernesto Mancini.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 9 15 MAI 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Le Colonel Laussedat. — Né à Moulins (Allier), le 19 avril 1819, Aimé Laussedat était entré à l'Ecole Polytechnique en 1838, pour en sortir, en 1840, dans l'arme du génie. Capitaine en 1846, chef de bataillon en 1863, lieutenant-colonel en 1870, colonel en 1874, il fut admis à la retraite en 1879 et reçut à cette occasion la croix de commandeur de la Légion d'honneur. Membre de l'Académie des Sciences depuis 1894, il avait été, en 1900, élevé à la dignité de grand officier.

Attaché à ses débuts aux travaux de fortification de Paris (plus spécialement, à la construction du fort de Romainville), il avait été chargé, en 1846, d'importantes études sur la frontière des Pyrénées occidentales, qui lui valurent de flatteuses appréciations de la part du général (depuis lors maréchal) Vaillant. C'est au cours de cette mission que son attention se porta, pour la première fois, sur les ressources que la chambre claire offre au lever des plans, ce qui, par la suite, devait déterminer l'orientation principale de sa carrière scientifique.

Appelé en 1851 au Comité des fortifications pour y diriger le Service topographique et cartographique, il était, la même année, nommé répétiteur du Cours d'Astronomie et de Géodésie de l'Ecole Polytechnique, dont il devenait titulaire en 1856.

De 1860 à 1870, il entreprit plusieurs expéditions en vue de l'observation photographique des éclipses de Soleil et des passages de Mercure sur cet astre. A cette occasion, il avait, dès 1860, imaginé un instrument aujourd'hui connu sous le nom d'*héliographe horizontal* et qui a servi, en 1874 et en 1882, aux astronomes français et américains, pour l'observation des passages de Vénus.

La guerre franco-allemande vint détourner le Commandant Laussedat de ses travaux scientifiques. Fortement attaché à son devoir militaire, qui, à ses yeux, primait tout le reste, il se dévoua tout entier aux fonctions de commandant du génie de Paris (rive gauche), qui lui avaient été confiées en juillet 1870. On lui dut notamment, à cette occasion, les mesures les plus efficaces pour empêcher la pénétration de l'ennemi dans les carrières qui règnent sous une partie de l'enceinte et des forts, et conjurer les tentatives d'incendie par des brûlots lancés sur la Seine. Il fut, en outre, chargé par le Gouverneur de Paris d'une autre mission, pour laquelle le désignait évidemment sa compétence spéciale : la reconnaissance, au fur et à mesure de leur exécution, des travaux de l'assiégeant, incessamment surveillés de douze observatoires pourvus, par ses soins, d'un personnel d'élite et d'un instrument excellent, le *télémétrographe*, qu'il avait lui-même imaginé en 1850. Il prit encore une part non moins active à l'organisation de notre système de télégraphie optique.

Mais ce fut à l'époque de la libération du territoire que le rôle du Colonel Laussedat prit la plus haute importance. Membre de la Commission de délimitation de la frontière franco-allemande, il parvint, à force de patriotique énergie, à préserver de l'annexion plus de 50.000 habitants et de 50.000 hectares de territoire autour de Belfort et dans le voisinage de Longwy. De tous les services qu'il a rendus, c'est celui dont, bien légitimement, il se montrait le plus fier.

De 1872 à 1879, le Colonel Laussedat se consacra à l'étude des divers moyens de communication par voie aérienne (télégraphie optique ; éclairage à distance ; pigeons voyageurs ; aérostation militaire) avec le concours d'une Commission où il eut le mérite de faire entrer des hommes comme le colonel Mangin et le capitaine Renard.

Directeur des études à l'Ecole Polytechnique en 1879, il quitta ce poste en 1881 pour prendre la direction du Conservatoire des Arts et Métiers, qu'il a gardée jusqu'en 1900. Il avait d'ailleurs débuté au Conservatoire, dès 1864, à titre de suppléant de Ch. Dupin dans la chaire de Géométrie appliquée aux Arts, dont, à son tour, il était devenu titulaire en 1873.

Mais l'œuvre qui a valu au Colonel Laussedat sa principale notoriété — peut-être plutôt encore au delà qu'en deçà de nos frontières — et à laquelle son nom restera plus spécialement attaché, est celle qui a trait à l'exécution des levers topographiques par restitution des perspectives fournies par la photographie. Cet art, aujourd'hui très avancé, qu'il a désigné sous le nom de *Métrophotographie* (auquel certains auteurs ont proposé de substituer soit celui de *Photogrammétrie*, soit celui de *Phototopographie*), lui doit ses méthodes et

ses instruments fondamentaux. L'idée de ramener le problème topographique à une restitution perspective, idée qui ne s'était présentée antérieurement à Beautemps-Beaupré qu'à titre purement accessoire et sans qu'il l'eût mise au point, s'est offerte pour la première fois en 1846 à Laussedat qui, pendant soixante ans, a fait de sa mise en valeur l'objet d'une sorte d'apostolat. C'est d'abord la chambre claire qui lui a permis de la réaliser. Dès 1851, il s'efforçait de substituer, à l'emploi de la chambre claire, les procédés photographiques alors encore dans l'enfance; et, en 1857, il arrivait à fixer le type de l'appareil propre à pénétrer dans la pratique courante, ce *photothéodolite* auquel, depuis lors, il n'a cessé d'apporter des perfectionnements successifs et d'où dérivent tous les appareils du même genre imaginés jusqu'en ces derniers temps par divers inventeurs en vue du même objet.

La méthode photographique de lever, comme il arrive presque toujours aux nouveautés scientifiques, n'a pas été sans soulever quelques discussions, voire même assez passionnées; à côté d'adeptes enthousiastes, qui ont peut-être eu tendance à en vouloir rendre l'emploi par trop exclusif, elle a trouvé des détracteurs qui se sont refusés à en reconnaître le mérite. De tels débats finissent, en fait, par être profitables à la science, en forçant les tenants des diverses doctrines en présence à les perfectionner incessamment en vue de répondre victorieusement aux objections de l'adversaire; et l'on ne peut que se féliciter du développement parallèle des méthodes concurrentes, qui vient, somme toute, accroître les ressources dont peut disposer l'homme de science personnellement désintéressé dans la question et qui saura, suivant le cas, tirer profit de l'une ou de l'autre.

Certes, la Métrophotographie n'a rien fait perdre de leur intérêt aux méthodes topométriques classiques, elles-mêmes en progrès de jour en jour; mais on ne saurait nier qu'à côté d'elles, elle a fait naître des ressources nouvelles d'une grande importance. Il suffit, pour l'attester, de rappeler ici les remarquables travaux de Deville au Canada, de Pio Paganini en Italie, de Meydenbauer en Allemagne, de von Hübl, Dolezal, Eder en Autriche, sans compter ceux du commandant Javary, de H. et J. Vallot en France. Ce mouvement très intéressant, c'est, sans aucun conteste, au Colonel Laussedat que revient l'honneur d'en avoir été l'initiateur. Il lui a d'ailleurs été donné de voir, en ces dernières années, un de ses jeunes camarades, le capitaine du génie Saconney, entrer résolument dans la voie que lui-même avait ouverte un demi-siècle auparavant et y réaliser du premier coup de nouvelles conquêtes propres à le rassurer définitivement sur l'avenir de sa méthode; ce lui a été, comme couronnement de sa longue et laborieuse carrière, une très vive et très légitime satisfaction.

M. d'Ocagne,
Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées.

§ 2. — Astronomie

Disparition apparente des quatre satellites de Jupiter. — Les quatre gros satellites de Jupiter, régulièrement observés par les astronomes depuis leur découverte en 1610, disparaissent quelquefois entièrement à notre vue, parce qu'ils passent devant ou derrière la planète, de telle sorte que celle-ci se montre momentanément privée de son cortège habituel.

Les satellites qui passent devant se confondent dans le ton lumineux du disque et sont parfois impossibles à discerner : la marche de leur ombre est plus visible. Ceux qui passent derrière sont éclipsés dans le cone d'ombre de la planète et par le disque lui-même. Ils se trouvent à peu près tous sur notre rayon visuel.

Ce curieux phénomène, sur lequel M. Flammarion a déjà appelé l'attention dans son *Astronomie populaire*, et qu'il a succinctement annoncé dans son *Annuaire astronomique* pour cette année, se produira le 3 octobre prochain. Les satellites I, III et IV passeront derrière Jupiter, tandis que le II passera devant (fig. 1). Voici les heures de ces incidents astronomiques :

Satellite I. Eclipse de 18^h23^m à 21^h48^m.
— II. Passage devant la planète de 19^h56^m à 22^h52^m.
— III. Eclipse de 16^h40^m à 20^h6^m.
— IV. Passage derrière la planète de 16^h28^m à 21^h1^m.

On voit donc que, de $19^h\ 56^m$ à $20^h\ 6^m$, les quatre satellites seront invisibles et que Jupiter offrira aux observateurs cet aspect très rare de ne pas être accompagné de satellites.

Ce jour-là, pour Paris et la France, Jupiter se lèvera après minuit. Le phénomène sera donc invisible pour nous et pour l'Europe entière. Il sera observable en Asie et en Océanie.

Les lecteurs de la *Revue* qui habitent l'Inde, l'Indo-Chine, Java, la Chine, le Japon, l'Australie seront bien inspirés d'observer ce rare phénomène. Une petite

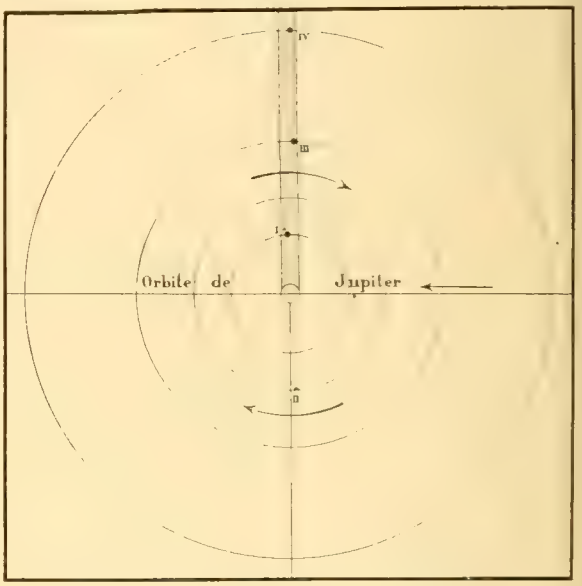


Fig. 1. — *Disparition des satellites de Jupiter le 3 octobre 1907, de 19 h. 56 m. à 20 h. 6 m.*

lunette suffira. Nous recevrons avec plaisir leurs observations.

La même combinaison s'est produite le 21 mars 1874. A l'Observatoire Amsherst (Etats-Unis), on a observé la disparition des quatre satellites pendant près de deux heures. Voici les conditions de l'observation (temps moyen astronomique de Paris) :

Satellite I. Eclipse commt à 19^h16^m. Emersion à 21^h33^m.
— II. Passage de 18^h49^m à 21^h36^m.
— III. Immersion à 18^h5^m. Emersion à 21^h30^m.
— IV. Immersion à 18^h14^m. Emersion à 21^h7^m.

Par conséquent, disparition des quatre satellites de $19^h\ 16^m$ à 21^h7^m, heure moyenne $= 20^h\ 11^m$ du 21 mars, ou le 22 mars à $8^h\ 11^m$ du matin.

M. Flammarion a conclu pour cette curieuse combinaison à la période : 1907,7538 — 1874, 2186 = 33 ans 5352 ou 33 ans 195 jours.

Cette période comprend :

6.923	révolutions du	Ier	satellite.
3.446	—	IIe	—
1.711	—	IIIe	—
731	—	IVe	—

Nous pouvons nous attendre au retour du même phénomène pour la date 1941,289, c'est-à-dire pour

le 16 avril 1941, sauf la correction héliocentrique.

M. Flammarion a observé un phénomène analogue à son Observatoire de Juvisy, le 15 juillet 1891, à 10 heures du soir. Ce jour-là, Jupiter, en se dégageant à son lever des brumes de l'horizon, s'est montré sans satellites, à l'exception du IIIe qui lui était presque contigu à l'ouest. Les trois autres étaient invisibles, le Ier et le IVe passaient devant le disque et le IIe passait derrière. Le IIIe venait de traverser la planète et était sorti du disque à $8^h\ 2^m$, d'après le calcul. Lever de Jupiter à $10^h\ 8^m$; première observation utile à $10^h\ 35^m$.

Dans cette soirée du 15 juillet 1891, des quatre satellites de Jupiter, trois ont passé devant le disque de la planète et l'autre derrière aux heures suivantes :

IIIe. Passage de 4^h44^m à 8^h2^m.
IIe. Eclipse à 6^h6^m. Emersion à 11^h9^m.
Ier. Passage de 10^h13^m à 12^h31^m.
IVe. Passage de 10^h34^m à 14^h10^m.

Le IIe satellite est sorti du disque à l'instant indiqué par le calcul, juste dans le prolongement du bord inférieur de la bande équatoriale boréale. Le IIIe s'éloignait du disque, un peu au-dessus du prolongement du bord supérieur de la bande équatoriale australe. Le IVe passait sur la région australe de Jupiter et se détachait de cette région assez claire, comme un *petit disque sombre*, aussi foncé que les parties les plus foncées des bandes équatoriales, et que l'on aurait pu prendre facilement pour l'ombre d'un satellite. Ce petit disque était légèrement allongé dans le sens vertical. On remarquait au-dessus de lui, sur la planète, un nuage gris moins sombre que ce satellite, et que le mouvement de rotation de la planète entraînait un peu moins rapidement que le mouvement du satellite. Ce ton du satellite, plus foncé que la surface atmosphérique nuageuse de Jupiter, a persisté jusqu'au méridien central et pendant toute la durée du passage. Le méridien central a été traversé à $12^h\ 22^m$. Cette observation confirme la conclusion, déjà basée sur des observations antérieures, que la surface du IVe satellite de Jupiter est très sombre. De ces quatre petits globes, c'est celui dont la surface réfléchit le moins la lumière solaire.

Le Ier satellite avait sans doute le même éclat que la zone de la planète devant laquelle il est passé, car l'observateur n'a jamais été sûr de le bien reconnaître.

Cette combinaison du 15 juillet 1891 n'est pas la même que celle de cette année et de 1874. Au lieu du IIe satellite passant devant Jupiter et des trois autres passant derrière, le IIe passait derrière et les trois autres passaient devant. Elle s'était produite le 21 août 1867, plus complètement qu'en 1891, car tous les satellites ont été quelque temps ensemble devant ou derrière le disque, et la disparition totale a duré $1^h\ 45^m$, le 2 août 1867, de $10^h\ 13^m$ à $11^h\ 58^m$ du soir. M. Flammarion en conclut donc pour l'intervalle entre les deux dates :

$$\left.\begin{array}{l}1867,\ 638\\ 1891,\ 535\end{array}\right\}\ 23 \text{ ans } 897 \text{ ou } 23 \text{ ans } 328 \text{ jours.}$$

Cette période comprend 523 révolutions du IVe satellite, 1.220 du IIIe, 2.458 du IIe et 4.934 du Ier. (L'angle des rayons vecteurs de Jupiter et de la Terre peut amener une obliquité qui empêche la disparition d'être simultanée pour l'observateur terrestre.) Nous pouvons donc nous attendre à voir le phénomène se reproduire le 8 juin 1915.

Cette disposition des satellites de Jupiter s'était également présentée, avec disparition totale, le 27 septembre 1843, et nous avons là une confirmation de la période qui vient d'être déduite, attendu que 1867,638 — 1843,740 = 23,898.

La disparition apparente des satellites de Jupiter peut s'opérer encore par une autre combinaison. Le Ier satellite peut passer derrière la planète, et les trois autres devant. C'est ce qui est arrivé le 15 octobre 1883. Le IIe peut passer devant et les trois autres derrière (23 mars 1874). Mais les quatre satellites ne peuvent jamais être à la fois en conjonction ou en opposition.

Par une autre combinaison encore, une disparition analogue s'est produite le 20 octobre 1895, de $22^h\ 28^m$ à $22^h\ 29^m$ (t. m. astr.). L'époque est donc : 1895, 8020.

Voici la disposition :

Ier. Éclipse commençant à 18^h55^m. Emersion à 22^h29^m.
IIe. Passage commençant à 22^h0^m; finissant à 0^h55^m le 21.
IIIe. Eclipse commençant à 20^h49^m; finissant à 0^h11^m le 21.
IVe. Passage commençant à 22^h28^m; finissant à 2^h58^m le 21.

donc : les Ier et IIIe derrière Jupiter, et les IIe et IVe devant.

La disparition complète des satellites de Jupiter a été observée aux dates suivantes :

15 Mars 1611,	par Galilée.
12 Novembre 1681,	par Molyneux.
23 Mai 1802,	par William Herschel.
15 Avril 1826,	par Wallis.
27 Septembre 1843,	par Griesbach.
21 Août 1867,	par divers observateurs.
22 Mars 1874,	par divers observateurs.
15 Octobre 1883,	par divers observateurs.
20 Octobre 1895,	par divers observateurs.

Il n'y a pas bien longtemps encore, on croyait ce phénomène très rare, et l'amiral Smyth, dans son remarquable ouvrage : *Cycle of Celestial Objects* (1844), citant la seule observation de Molyneux, ajoutait que cette conjonction ne se reproduirait que dans trois mille billions d'années !

L'événement est plus fréquent, mais n'en est pas moins intéressant.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

La protection des théâtres contre l'incendie. — La question de la sécurité dans les théâtres est toujours des plus intéressantes et des moins résolues, malgré sa très grande importance pour presque chacun de nous. A ce sujet, M. G. Richard a signalé, à l'une des dernières séances de la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, un remarquable travail qui vient d'être publié par M. J.-E. Freeman dans le 27e volume (1906) des Transactions de l'*American Society of Mechanical Engineers*.

Les incendies de théâtres sont bien plus fréquents qu'on ne le croit en général; d'après M. O. Sachs, on en aurait, au siècle dernier, compté environ une centaine de réelle importance, dont un certain nombre, un tiers environ, ont été de véritables désastres. Tel est le cas de l'incendie de l'Iroquois Theatre, de Chicago, en 1903, qui fit plus de 600 victimes. C'est cet incendie qui fut le point de départ des études de M. Freeman, dont voici un très court aperçu.

L'incendie du théâtre de Chicago fut provoqué par la chute d'un charbon de lampe électrique sur les décors; en cinq minutes, la scène, où les décors comprenaient près d'un hectare de toiles et 3.000 mètres carrés de gaze, fut entièrement en feu. Le toit de la scène était fermé; on ouvrit, au fond, un jour sur le dehors, par lequel il se précipita un courant d'air qui abattit le rideau d'amiante et projeta dans la salle un torrent de fumée et de gaz qui ne brûla pas, mais qui asphyxia presque instantanément les 600 victimes, dont 70 % furent tuées dans les galeries supérieures, et 7 seulement au parterre, parce que la fumée était lancée vers le haut des galeries. D'après M. Freeman, il ne serait, très probablement, rien arrivé de bien grave si l'on avait pu ouvrir immédiatement au-dessus de la scène un très large jour, d'une section égale au dixième environ de la surface de son plancher, par où se serait fait un appel d'air très énergique, comme dans une immense cheminée, sans plus de fumée dans la salle que devant une véritable cheminée. Il recommande donc très vivement l'établissement de pareils jours ou panneaux de

tirage, s'ouvrant automatiquement dès que leurs supports, des plombs fusibles par exemple, atteignent une température de 60° environ. En été, ces jours seraient naturellement ouverts pour la ventilation. La justesse de ce conseil est évidente; le tout est de trouver un système qui ne rate pas au moment psychologique; l'auteur en propose un, très ingénieux et simple, et dont il garantit l'efficacité pourvu qu'on l'essaie chaque jour. Il resterait peut-être à trouver un moyen empêchant, automatiquement si possible, l'administration du théâtre d'oublier cet essai quotidien, ce qui n'empêche pas les vantaux de M. Freeman d'être, sous cette réserve, très intéressants à signaler à qui de droit.

A côté de ces vantaux, M. Freeman recommande, très instamment aussi, l'emploi, partout excepté dans la salle même, d'extincteurs arroseurs automatiques. Ces appareils, peu employés encore dans les théâtres, en raison sans doute de leur prix élevé d'environ 25 francs par bouche, donnent, dans les filatures notamment, d'excellents résultats. Leur effet est très souvent rapide et sûr, et il n'y a guère à craindre de dégâts par suite d'ouverture intempestive des bouches. On compte, aux Etats-Unis, dans 2.000 usines, environ 3 millions de ces bouches, avec, en moyenne, une cinquantaine de fuites par an, soit d'une bouche sur 60.000, c'est-à-dire pratiquement rien. Et, d'ailleurs, les compagnies d'assurance garantiraient volontiers les dégâts insignifiants de ces fuites. Parmi les théâtres d'Europe qui emploient de ces arroseurs, on peut citer celui de Bayreuth, qui en compte 666, et n'en a jamais été importuné.

Quant aux extincteurs en bâtons de poudres sèches (bicarbonate de soude) et aux diverses grenades, qui ne renferment, sous les dénominations les plus ignivores, que de l'eau salée avec 5 °/₀ environ de sel ammoniac ou de chlorure de calcium, M. Freeman les considère, à juste titre semble-t-il, comme de simples bluffs.

Le rideau séparant la salle de la scène doit être en tôle d'acier garnie d'amiante vers la scène, et non en amiante qui perd presque immédiatement sa ténacité au feu, et laisse voir le feu, cause de panique.

L'ignifugation des décors : tissus et gazes, par le meilleur des ignifuges, le phosphate d'ammoniaque, est considérée, par M. Freeman, comme pratiquement irréalisable et, d'ailleurs, comme peu efficace; dès que le feu est assez intense pour présenter un danger réel, ces étoffes ignifugées s'enflamment tout d'un coup très vivement en émettant des gaz particulièrement asphyxiants; l'auteur décrit, à ce sujet, des expériences très variées et nombreuses qui paraissent concluantes. Son avis n'est guère plus favorable en ce qui concerne l'ignifugation des bois, qui ne sont jamais pénétrés que très superficiellement par les substances ignifuges. Toute cette partie du mémoire de M. Freeman est particulièrement intéressante et pleine de documents nouveaux.

Le Mémoire de M. Freeman se termine par des considérations très intéressantes sur les dégagements : échelles, escaliers, couloirs, qu'il faut faire, proportionnellement, au moins quatre fois plus grands aux galeries supérieures, presque toujours immédiatement attaquées par les fumées et les flammes. Il faut, en outre, toujours réserver au théâtre au moins deux issues, sur deux rues différentes, pour en permettre l'évacuation par l'une des façades en cas de feu sur l'autre ou en face de l'autre, dans la rue. M. Freeman donne, sur les dispositions à prendre pour ces dégagements et sorties, nombre de conseils et de dessins des plus remarquables et intéressants pour les architectes, mais sans espérer pouvoir triompher du principal facteur de la plupart des désastres, l'irrésistible affolement des paniques.

§ 4. — Physique

L'unité des longueurs d'ondes lumineuses. — L'adoption, par Angström, du dix-millième de micron comme unité des longueurs d'onde dans le spectre était, pour deux raisons, largement motivée à l'époque des mesures classiques du grand spectroscopiste suédois. D'une part, la précision atteinte alors était telle que les chiffres certains du résultat pouvaient être contenus dans un nombre entier; d'autre part, le micron n'était pas encore d'un emploi assez courant en métrologie pour qu'il y eût lieu de tenir compte du fait que l'unité particulière adoptée en constituait un sous-multiple peu pratique. Mais, depuis lors, le micron est devenu l'unité des petites longueurs, et les mesures spectrales, singulièrement perfectionnées, dépassent beaucoup en certitude l'unité d'Angström. L'emploi des superbes réseaux de Rowland a permis à l'auteur de donner des valeurs relatives des longueurs d'ondes exactes à moins de un cent-millième, et s'il est vrai que leurs valeurs absolues étaient erronées de un trente-millième environ, au moins y avait-il déjà avantage, pour les comparaisons des longueurs d'onde entre elles, à conserver une ou deux décimales supérieures. Plus tard, l'emploi du comparateur interférentiel de M. Michelson a permis de garantir *sûrement* le millionième, et enfin les récentes mesures de MM. Benoit, Fabry et Perot peuvent prétendre fixer, à une unité près, le chiffre du dix-millionième. Hâtons-nous de dire que cette précision ne saurait être sensiblement dépassée, au moins en valeur absolue, parce que c'est celle avec laquelle le mètre prototype définit pratiquement l'unité de longueur.

Dans ces conditions, les raisons qui avaient engagé Angström à choisir une unité attribuant quatre chiffres significatifs à la valeur des longueurs d'onde lumineuses n'existent plus. Si l'on voulait conserver, comme il l'avait fait, des nombres entiers, l'unité devrait être prise mille fois plus petite, et les nombres seraient de sept chiffres; mais, pour toutes sortes de raisons, une telle proposition ne viendra à l'esprit de personne.

Si, dans l'expression des longueurs d'onde, aucune habitude n'avait été prise, il est absolument certain que l'hésitation ne serait permise qu'entre deux unités: le micron ou le millième de micron; le micron, parce qu'il est d'un usage courant, et parce que, grâce à un heureux hasard, le premier chiffre significatif des longueurs d'onde usuelles s'inscrirait immédiatement après la virgule; le millième de micron, parce que la virgule couperait le nombre après les trois premiers chiffres, le divisant ainsi conformément aux usages de la numération.

Ces deux manières d'écrire les longueurs d'onde sont effectivement très répandues, et pourraient, sans aucun inconvénient, subsister côte à côte. Pour les indications approximatives, dans lesquelles on se limite à un petit nombre de chiffres, l'évaluation en fonction du micron est à la fois pratique et très usitée. Pour les expressions plus exactes, où l'on donne tous les chiffres connus, le millième de micron est tout indiqué. Ainsi, la longueur d'onde du rouge du cadmium s'écrirait $0^{\mu}{,}643$ ou $643^{\mu\mu}{,}8470$[1].

Entre ces deux données ne peut exister aucune ambiguïté, même si l'on oublie d'inscrire l'unité. Il n'en est pas de même dans l'emploi, concurremment au millième de micron, de l'unité d'Angström, qui, étant seulement dix fois plus petite, peut conduire à quelque confusion. Les mesures spectroscopiques les plus ordinaires couvrent, en effet, aujourd'hui un intervalle de longueurs d'onde dont le rapport est supérieur à 10.

Un usage très répandu a consacré, pour la grande majorité des physiciens, l'emploi du micron et du millième de micron en spectroscopie. C'est, notamment, en fonction de ces deux unités que sont exprimées les longueurs d'onde dans le *Recueil des données numériques publiées par la Société française de Physique*; et, bien que l'unité ait été omise en tête de la plupart

[1] Je conserve ici l'abréviation $\mu\mu$, bien qu'elle soit défectueuse, et convienne logiquement au millionième de micron. Elle est malheureusement d'un usage général, auquel je me conforme.

des tableaux, il n'est pas un physicien qui puisse s'y tromper. Les résultats des recherches déjà classiques des physiciens allemands, celles de M. Lummer et de ses collaborateurs, celles de M. Rubens, sont tous exprimés en fonction du micron, qui est aussi l'unité usuelle dans l'expression de la loi de Wien. Si donc l'usage était seul en cause, indépendamment des bonnes raisons précédemment indiquées, aucun physicien attaché aux études générales ne proposerait aujourd'hui d'autre unité principale que le micron et d'autre unité secondaire que son millième.

Seuls, au surplus, un certain nombre de spectroscopistes sont, par une vieille habitude, restés fidèles à l'unité d'Angström.

Non point tous cependant, et l'on peut citer, comme notable exception, Robert Thalén, qui fut le collaborateur et l'ami d'Angström; il a rapporté, en effet, au micron les résultats de toutes ses dernières déterminations, et n'emploie l'unité d'Angström que lorsqu'il reproduit ses résultats. La question de pieuse tradition envers un des maîtres de la spectroscopie pourrait sembler ainsi tranchée. Elle l'est plus définitivement encore par le fait que, dans ses beaux travaux d'énergétique du spectre, M. Knut Angström a aussi employé le micron comme unité.

L'adoption d'une seule unité pour le spectre viendra prochainement en discussion au sein du Congrès des études solaires, et plusieurs des membres influents de cette assemblée semblent favorables à l'unité d'Angström. L'un de leurs arguments est basé sur l'affirmation que le Congrès de Physique de 1900 aurait sanctionné cette unité. Il est donc important de ramener les faits à leur juste portée.

Il avait été constitué, effectivement, au sein du Congrès, une Commission chargée de délibérer sur quelques questions trop spéciales pour pouvoir être utilement discutées dans des séances de sections. Cette Commission se réunit une seule fois, et émit, avec un peu de hâte, quelques vœux plus ou moins heureux ou malheureux, sur lesquels il fut décidé que, pour ne pas engager l'avenir sur des questions au sujet desquelles on était encore très divisé, le Congrès ne voterait pas en assemblée générale. L'une des questions mises à l'ordre du jour était précisément l'unité du spectre, et nous étions en pleine discussion lorsque M. Langley, venu tardivement à la séance, et mis rapidement au courant, se prononça formellement en faveur de l'unité d'Angström. Le sentiment de plusieurs des membres de la Commission fut qu'après cette réponse formelle et d'ailleurs inopinée de Langley, la discussion était devenue impossible. La question fut donc abandonnée, et c'est pour cette raison qu'il n'en a pas été fait mention dans le Rapport présenté par M. Spring à l'Assemblée générale du 12 août 1900.

Il me semble, d'ailleurs, qu'on aurait tort de prendre acte, pour une décision importante, d'une réponse donnée à brûle pourpoint à une question adressée à l'éminent spectroscopiste américain, dans le brouhaha d'une séance mouvementée. Il a exprimé, en effet, sa préférence d'une façon qui semble beaucoup plus réfléchie et plus définitive, en employant lui-même le micron comme unité dans les classiques recherches qu'il a consacrées à l'énergétique du spectre solaire.

Les exemples qui précèdent corroborent l'opinion que l'unité d'Angström, quelque respectable qu'en soit l'histoire, ne correspond plus ni à l'état actuel de la spectroscopie, ni à l'usage universel des petites unités, parmi les physiciens qui n'ont pas vécu de la tradition spectroscopiste. En abandonnant cette unité, on fera, au contraire, disparaître une complication due seulement à l'ennui qu'éprouve chacun à changer une habitude acquise, même et peut-être surtout pour en prendre une meilleure. On préfère une gêne indéfinie à un vigoureux effort de courte durée. Espérons que les spectroscopistes ne se refuseront pas à le faire.

Ch.-Éd. Guillaume.
Directeur adjoint au Bureau international des Poids et Mesures.

Les appareils de démonstration pour les expériences de pression atmosphérique. — Nous recevons de M. E. Henry, professeur au Lycée Corneille, à Rouen, la lettre suivante :

« Monsieur le Directeur,

« Voudriez-vous me permettre une observation au sujet des disques pneumatiques décrits dans le numéro de la *Revue* du 15 avril (pages 262-263), disques que M. Rheinisch emploie pour remplacer les hémisphères de Magdebourg?

« Cette application n'est pas nouvelle. J'ai exposé des appareils identiques il y a deux ans, en avril 1905, au Musée pédagogique, lors de l'Exposition organisée par la Société française de Physique.

« J'ai décrit les expériences que l'on peut réaliser avec ces disques dans le n° 231 du *Journal de Physique, Chimie et Histoire naturelle élémentaires* (pages 118 à 123).

« Des appareils semblables ont été construits par centaines pour les écoles primaires du département de la Seine-Inférieure ; je les utilise aussi depuis quatre ans pour les travaux pratiques des élèves.

« Veuillez agréer, etc... **E. Henry,**
« Professeur de Physique au Lycée Corneille à Rouen. »

§ 5. — Chimie biologique

Une Chlorophylle animale. — Le vert des plantes est une couleur très particulière, dont le spectre présente une bande d'absorption pour un groupe déterminé de rayons (rouges et aussi orangés et jaunes); elle est formée par un mélange de couleurs spectrales verte et rouge sombre, de telle sorte que cet écran ne laisse parvenir aux plastides cytoplasmiques que certaines radiations lumineuses qu'ils sont capables d'utiliser. Un vert identique, au moins pour l'œil humain, se retrouve chez divers Insectes herbivores : telle la Sauterelle verte, dont la parfaite homochromie avec son support a probablement la valeur d'un moyen de défense vis-à-vis des Oiseaux et Reptiles qui chassent à la vue. Podiapolsky[1] vient de montrer que l'identité de couleur n'est pas seulement une apparence, mais que le vert de Sauterelle a toutes les propriétés physiques de la chlorophylle végétale. Le pigment vert des ailes est soluble dans l'alcool et, en solution, garde sa teinte à l'obscurité, pour brunir ensuite quand il est exposé à la lumière ; mélangée avec de la benzine, la solution alcoolique se divise en deux zones, une couche de benzine verte, et une autre d'alcool jaune (xanthophylle et chlorophylline). Le spectre du pigment animal montre une forte absorption dans le bleu et une bande dans le rouge, entre les raies B et C, exactement à la même place que la chlorophylle extraite des feuilles de *Robinia*, prise comme terme de comparaison. De cette identité physique, il est vrai qu'il n'est pas permis de conclure à l'identité chimique ; on sait, en effet, qu'une solution ammoniacale de cochenille présente précisément les mêmes raies d'absorption entre D et E qu'une solution aqueuse d'oxyhémoglobine ; mais enfin il y a quelque probabilité pour que la couleur animale soit une chlorophylle. C'est aussi à cette conclusion qu'étaient arrivés Becquerel et Brongniart dans une étude analogue sur le pigment vert des Phyllies, ces Insectes qui ressemblent si étrangement à des feuilles. Un autre Orthoptère vert, la *Mantis religiosa*, présente encore un pigment de propriétés spectrales analogues, à cela près que la bande d'absorption dans le rouge est déviée un peu à droite.

D'où vient cette couleur chez l'Insecte? Est-elle formée de toutes pièces ou est-ce de la chlorophylle provenant de la plante nourricière? La seconde hypothèse expliquerait difficilement le cas des Mantes, qui sont des Insectes purement carnassiers. Cet écran chlorophyl-

[1] Podiapolsky : Über das grüne Pigment bei Locustiden. (*Zool. Anzeiger*, XXXI, 1907, p. 362.)

lien a-t-il un rôle chez l'Insecte? Les radiations lumineuses qu'il laisse passer sont-elles utilisées quelque part? Il est bien difficile de répondre actuellement à ces points d'interrogation. A ce sujet, se rattachent peut-être les très curieuses constatations de Mlle Maria von Linden[1] qui a expérimenté avec des chrysalides vertes maintenues dans une atmosphère riche en eau et en acide carbonique; ces chrysalides, comparativement à d'autres de même espèce placées dans une atmosphère ordinaire simplement riche en eau, augmentent de poids, et l'analyse chimique décèle, paraît-il, qu'elles ont formé de la matière organique nouvelle, par assimilation du carbone, de l'azote, de l'oxygène et de l'hydrogène puisés dans l'air et la vapeur d'eau; la quantité de carbone assimilé est surtout notable. Ces expériences, critiquées et critiquables du reste, ne sont certes pas convaincantes, mais il est permis d'espérer qu'elles mettront sur la trace du rôle physiologique des pigments animaux, sujet qui jusqu'ici est resté presque complètement *terra incognita*.

§ 6. — Géographie et Colonisation

Les expéditions arctiques de Peary et d'Amundsen. — Deux grandes expéditions dans les régions arctiques ont récemment retenu l'attention du monde savant en même temps que celle du public, l'expédition de l'Américain Peary, dont le principal objectif était de s'avancer aussi loin que possible dans la direction du pôle géographique Nord, et l'expédition du Norvégien Amundsen, qui s'était proposé de déterminer la situation du pôle magnétique et de franchir le passage du Nord-Ouest.

Hanté depuis longtemps du désir ambitieux de parvenir au pôle Nord, Peary a fait dans ce but, avec une remarquable ténacité, des tentatives répétées, dont le plus heureux résultat a été l'exploration méthodiquement poursuivie du Grönland septentrional; il a démontré l'insularité de cette terre en 1892 et, au cours de l'expédition entreprise en 1898, il en a contourné en 1900 le littoral nord, puis est arrivé en 1902 jusqu'à 84°17′27″ de latitude Nord, mais sans pouvoir dépasser ce point. L'expédition de 1905-1906 n'a pas davantage conduit Peary au pôle, mais l'intrépide explorateur a pu s'avancer dans les régions arctiques jusqu'à 87°6′, dépassant ainsi tous ceux qui l'avaient précédé : Nansen, en 1896, s'était arrêté à 86°12′3″, et le capitaine Cagni, de l'expédition du duc des Abruzzes, à 86°33′49″, en 1900. Cette dernière expédition de Peary a été encore l'occasion d'acquisitions nouvelles pour la science.

Partie de New-York le 16 juillet 1905 sur le *Roosevelt*, navire construit spécialement en vue de résister aux glaces, l'expédition du Commandant Peary alla prendre ses quartiers d'hiver près du cap Sheridan, sur la côte septentrionale de la terre de Grant, par 82°27′, un peu au nord du point où Markham, sur l'*Alert*, hiverna en 1875-1876[2].

Cette terre avait été choisie comme base d'opérations, non seulement parce qu'elle est plus rapprochée du pôle que toute autre terre arctique, mais aussi parce que, grâce à l'étendue de ses côtes, on était plus assuré de l'atteindre en cas de retraite, malgré les courants polaires et le mouvement des glaces. Les explorateurs s'enfoncèrent à l'intérieur des terres à la poursuite des bœufs musqués et des caribous (qui est le nom que l'on donne aux rennes), et ils furent assez heureux pour en abattre une centaine. Le soleil arctique se coucha pour la dernière fois le 12 octobre. Beaucoup de chiens moururent d'une maladie que l'on pensa être causée par la viande de baleine mal boucanée qui leur servait de nourriture.

C'est en février 1906 que Peary se mit en route pour son voyage dans la direction du pôle. Il avait avec lui six de ses compagnons, 21 Esquimaux et 120 chiens; c'était ce qui lui restait de ces animaux, car il en avait déjà péri une centaine. L'expédition longea d'abord la côte septentrionale de la terre de Grant vers l'ouest et arriva au cap Hécla. La pointe Moss, à 20 milles à l'ouest, fut choisie comme point de départ de la marche vers le Nord, qui se fit par groupes échelonnés à distance. Le premier groupe s'engagea sur la banquise le 28 février.

La marche de l'expédition fut retardée par de terribles difficultés dues à la présence de nappes d'eaux étendues, notamment entre le 84° et le 85° de latitude Nord. Le soleil réapparut le 6 mars. Par 85°12′ Peary, rejoignit le détachement d'avant-garde, commandé par Henson. Une épouvantable tempête, qui dura six jours, fit rompre la glace et obligea les voyageurs à s'arrêter; en même temps, elle les avait entraînés avec la banquise à environ 70 milles à l'Est, de sorte que leurs communications avec les détachements suivants se trouvaient coupées. Deux Esquimaux furent chargés d'aller à leur recherche et, s'ils ne les trouvaient pas, de rapporter des provisions précédemment déposées dans une *cache*. Ils revinrent au bout de vingt-quatre heures, ayant rencontré de l'eau partout et ayant constaté que la glace était rompue aussi loin qu'ils avaient pu voir; ils n'avaient même pas pu aller à moitié route de la *cache* et n'avaient rencontré aucun des autres groupes. C'est alors que Peary résolut de tenter avec Henson et ses quelques Esquimaux une marche forcée en avant. De grandes crevasses, orientées sud-nord, s'allongeaient à perte de vue; Peary s'avança entre deux de ces canaux, mais, le 21 avril, l'état de la glace devint tellement inquiétant qu'il dut s'arrêter, par 87°6′. Il était parvenu à 324 kilomètres du pôle.

Le retour fut plein de difficultés. Quand le groupe eut atteint 84°, il rencontra encore des eaux libres au milieu desquelles il ne put trouver un passage; il campa sur la banquise, qui l'entraîna encore vers l'Est. Il fallut tuer les chiens pour les manger, et c'est avec le bois des traîneaux qu'on les fit cuire. Une glace récente ayant été signalée par des Esquimaux envoyés en reconnaissance, la petite troupe put enfin s'y engager et, le 12 mai, elle atteignit la côte nord du Grönland, au cap Neumayer.

Deux jours après, Peary opéra sa jonction avec le détachement de Clark, qui, s'étant égaré, faillit aussi périr de faim. D'autres hommes, commandés par le capitaine Bartlett, avaient enduré, eux aussi, de terribles souffrances. Les deux équipes avaient été également entraînées par la dérive de la banquise. Cette dérive vers l'Est a été un fait très caractéristique révélé par l'expédition de Peary. Il y a une tendance générale des glaces amoncelées dans l'Océan Glacial à venir chercher une issue vers la large ouverture qui se présente à elles entre le Grönland et le Spitzberg. Un mouvement analogue se produit au nord de l'Asie, mais là c'est dans la direction de l'Ouest.

Ayant rallié le havre où elle avait hiverné, l'expédition entreprit à l'ouest de ce point, et au delà du cap Columbia, une importante reconnaissance. Toute la partie inconnue de la côte septentrionale de la terre de Grant fut relevée entre le point atteint par Aldrich en 1876 et celui atteint par Sverdrup en 1902. De plus, une terre nouvelle fut signalée par 100° de longitude O. Gr., et 83° de latitude N.; elle se trouverait donc au nord de la terre Ringnes et à l'ouest de la terre Axel Heiberg, découvertes par Sverdrup.

Des sondages furent faits le long de la côte nord de la terre de Grant à l'ouest du 84e méridien (Gr.), ainsi que dans le canal de Kennedy et dans le bassin de Kane, et des échantillons des fonds furent recueillis. Des observations météorologiques ont été faites ainsi que des observations sur les marées. L'existence d'un nombre considérable de rennes a été constatée dans les terres les plus septentrionales; le champ d'habitat

[1] Voir notamment *C. R. Soc. Biologie*, Paris, 1907.

[2] L'*Alert* avait pu naviguer, au delà du canal de Robeson, jusqu'à 82°37′, et le lieutenant Markham avait atteint 83°20′26″.

des bœufs musqués a été reconnu et défini. Il a été fait un nouveau recensement des Esquimaux du Whale Sound. Le Commandant Peary n'a pas encore désespéré d'atteindre le pôle et il songe à entreprendre une nouvelle expédition en 1908.

L'explorateur norvégien Roald Amundsen ne s'est jamais préoccupé de s'approcher du pôle Nord. Le plan qu'il s'était tracé consistait à explorer les régions environnant le pôle magnétique nord et à y effectuer des observations minutieuses afin de déterminer de nouveau ce point observé par James Ross en 1831 ; si la glace le permettait du côté de l'ouest, il devait essayer de traverser, dans toute son étendue, le passage du Nord-Ouest. Ce programme a été réalisé. Parti de Christiania le 16 juin 1903, sur un petit voilier de 47 tonneaux, le *Gjöa*, avec six compagnons seulement, marins et savants à la fois, il accomplit complètement le passage, du détroit de Lancastre au détroit de Béring, sans laisser son navire. La petitesse même de l'embarcation assura le succès de cette navigation.

Cette recherche du passage du Nord-Ouest préoccupait, comme l'on sait, depuis longtemps les navigateurs. Il fut, en partie, découvert en 1819 par Parry, qui s'avança du détroit de Lancastre à Winter Harbour (île Melville) et y hiverna. Puis, en 1853, Mac Clure, venu par le détroit de Béring, parvint par les défilés du nord jusqu'au détroit de Davis ; mais il dut abandonner son navire, *l'Investigator*, prisonnier des glaces, et achever le trajet en traîneau, tandis qu'Amundsen effectua tout le parcours sur son navire. De plus, l'expédition norvégienne a suivi un itinéraire différent de celui de Mac Clure ; elle a pris la route que Sir John Franklin avait indiquée et qu'il avait essayé de parcourir dans l'expédition où il trouva la mort.

En ce qui concerne le pôle magnétique, James Ross en avait, en 1831, fixé la position sur la côte ouest de la terre de Boothia-Félix par 69°34′45″ Nord et 94°54′23″ Ouest Gr., mais il restait encore des problèmes à résoudre à ce sujet. Il y avait lieu, notamment, d'établir si le pôle magnétique est en un point déterminé ou si l'aiguille aimantée conserve sa position verticale sur un certain espace. On pouvait se demander aussi si le pôle magnétique est stationnaire ou s'il change de situation. M. Amundsen s'est attaché à élucider ces questions et il a subordonné son itinéraire aux nécessités de cette étude.

Quand Amundsen, qui s'était engagé dans le détroit de Lancastre, fut passé devant l'île Beechey, il fit route au sud par le détroit de Peel à la recherche du pôle magnétique et arriva à la terre Boothia-Félix, dont il suivit la côte occidentale. Le 9 septembre 1903, le petit navire alla s'abriter dans la baie de Pettersen, sur la terre du Roi-Guillaume, tristement célèbre par le désastre de l'expédition Franklin, et le havre choisi, où il demeura deux ans, fut baptisé du nom de Port-Gjöa. C'est là que furent faites des études patientes et minutieuses des questions relatives au pôle magnétique. Pendant ce double hivernage, des observations magnétiques furent prises constamment, jour et nuit, ainsi que des observations météorologiques. M. Amundsen a reconnu que le pôle magnétique, loin d'être un point fixe, est en continuel mouvement. Mais, pour donner des conclusions définitives, il faut qu'il ait achevé de longs calculs qui ne demanderont peut-être pas moins de deux années encore. On saura notamment si les déplacements du pôle magnétique oscillent d'une façon régulière et dans une direction déterminée.

Pendant les beaux jours, des excursions furent faites de divers côtés et il fut relevé un grand nombre d'îles et d'îlots à l'ouest du détroit de Simpson ; la carte de la côte orientale de la terre Victoria fut dressée jusqu'à 72°10′ de latitude N.

L'expédition eut à supporter pendant les hivernages des froids considérables. Pendant le premier hiver, on releva au cours d'une expédition en traîneaux, en mars 1904, une température de — 61°7′ C. Le second hiver fut plus doux, et le thermomètre ne s'abaissa pas au-dessous de — 45°. Le 22 mai 1905, la glace de mer dans le port d'hivernage ne dépassait pas 1m70 d'épaisseur ; elle avait atteint 3m80 l'année précédente à la même époque.

L'expédition quitta Port-Gjöa le 13 août 1905, suivit le détroit de Simpson et s'engagea, par le détroit du Dauphin et de l'Union, entre la terre Victoria et la côte. Elle refit ainsi le trajet parcouru par sir Richard Collinson en 1852-1853 et, comme lui, elle passa auprès de l'île Clerk sans la voir. Arrêté par la glace au delà du cap Bathurst, le capitaine Amundsen fit un nouvel hivernage à King's-Point, au voisinage du delta du fleuve Mackenzie, par 60°10′ lat. N. et 137°45′ long. O. Le *Gjöa* put reprendre la mer le 2 juillet 1906 et, le 30 août, il franchit le détroit de Béring.

La route qu'avait parcourue Amundsen ne peut servir qu'aux explorations scientifiques, et il faut renoncer à l'espoir que, pendant des siècles, avaient nourri les navigateurs, d'ouvrir ainsi, au nord de l'Amérique, un passage praticable aux navires de commerce.

Le capitaine Amundsen a fait aussi dans la région traversée des observations géologiques et océanographiques. Il a constaté que la région est plate et que le sous-sol est constitué par du sable. Il a observé également les courants marins, mais des conclusions certaines ne pourront être tirées de ses notations nombreuses qu'après de longues études scientifiques.

Enfin, l'expédition a rapporté des renseignements ethnographiques des plus intéressants sur diverses tribus d'Esquimaux au milieu desquelles elle a vécu et dont elle a pu observer le genre de vie et les mœurs, la langue, les croyances, les traditions. Les reconnaissances exécutées d'avril à juin 1905 par le lieutenant Hansen autour du lieu d'hivernage amenèrent la découverte d'une race d'Esquimaux jusque-là inconnue, vivant de la chasse et de la pêche dans ces contrées inexplorées.

Gustave Regelsperger.

§ 7. — Enseignement et Congrès

Congrès International pour les Etudes solaires. — Le 20 mai 1907 s'ouvrira à l'Observatoire d'Astronomie physique de Meudon, sous la présidence de l'éminent directeur de cet établissement M. J. Jansen, un Congrès international pour les Etudes solaires.

Le développement que l'étude du Soleil a pris dans la dernière partie du XIXe siècle, depuis la mémorable éclipse de 1868 et la découverte de la nature des protubérances, a donné aux astronomes-physiciens l'idée de s'entendre pour coordonner les recherches et s'éclairer mutuellement par la discussion des questions non encore résolues.

L'idée de cette entente a pris naissance en Amérique par l'heureuse initiative de M. Georges Hale, directeur de l'Observatoire de Pasadena en Californie. La première session a eu lieu à Saint-Louis, l'année de l'Exposition universelle organisée dans cette même ville. La seconde des réunions du Congrès s'est faite en septembre 1905 à Oxford.

Plusieurs décisions ont été prises dans cette seconde session. La plus importante est celle-ci :

Le pyrhéliomètre d'Angström a été adopté comme instrument étalon pour les mesures de la radiation solaire.

Nous croyons savoir que les principales questions qui seront traitées dans la troisième session seront les recherches d'Actinométrie et l'étude des taches solaires.

Le nombre des membres du Congrès s'élèvera à soixante, parmi lesquels on relève les noms d'un grand nombre d'illustrations françaises et étrangères.

Tous nos vœux accompagneront les travaux du Congrès des Etudes solaires qui nous fait l'honneur de se réunir en France.

MARCELIN BERTHELOT

L'illustre savant auquel la France tout entière a rendu un dernier et solennel hommage a tenu une place prépondérante dans la science du XIXe siècle. Son œuvre est prodigieuse, presque surhumaine. Aucun homme n'est capable de la saisir dans son ensemble, car elle exigerait, pour être comprise dans le détail, des connaissances encyclopédiques que nul ne peut se flatter aujourd'hui de posséder.

Les savants du monde entier s'inclinaient devant cette belle intelligence, unanimement reconnue comme l'une des plus vastes de son époque. Cette intelligence était d'ailleurs puissamment aidée par une mémoire dont la réputation n'était pas moins universelle. C'est en joignant à ces qualités naturelles un travail méthodique, opiniâtre et incessant, que Berthelot put édifier une œuvre immense où se manifeste l'universalité de ses connaissances. Lettré, philosophe, historien, aucun sujet ne lui était étranger; il avait sur toutes choses une information étendue et précise.

I

Pierre-Eugène-Marcelin Berthelot naquit à Paris le 28 octobre 1827, dans une maison située place de Grèves, actuellement place de l'Hôtel-de-Ville. Il fit ses études au Lycée Henri IV et montra tout de suite des aptitudes remarquables dans les directions les plus variées. Fouqué, en rappelant, au cinquantenaire scientifique du maître, la vieille camaraderie du lycée qui l'unissait à Berthelot, ajoutait : « Déjà, à cette époque, vous aviez conscience de l'avenir scientifique élevé qui vous était réservé. Vos professeurs, et même vos condisciples, en étaient également persuadés, et, plus que personne, j'avais foi en vous. » En 1846, Berthelot remporte le prix d'honneur de Philosophie au Concours général. Il se consacre désormais à l'étude des sciences sans passer par aucune école; nommé préparateur de Balard au Collège de France en janvier 1851, il conserve cette modeste fonction, avec traitement annuel de 500 francs, pendant neuf ans. Dans l'intervalle, il se fait recevoir docteur ès sciences (avril 1854) avec une thèse magistrale sur la *Reproduction des corps gras naturels*.

Il quitte le 20 décembre 1859 le Collège de France pour l'École de Pharmacie, où il vient d'être nommé professeur de Chimie organique. L'année suivante, il réunit l'ensemble de ses recherches sur la synthèse chimique dans deux volumes importants : *Chimie organique fondée sur la synthèse*. L'Académie des Sciences lui décerne alors le Prix Jecker pour l'ensemble de ses travaux. Berthelot est âgé de trente-trois ans, son nom est connu des chimistes du monde entier; sa réputation pénètre dans les salons parisiens, comme en témoignent les lettres adressées en 1860 et 1861 par Mme Didier à Mme Edgar Quinet : « Je ne veux oublier de vous faire part d'un savant très savant qui a nom M. Berthelot. On ne jure que par lui rue de l'Ouest [1]. Mme Michelet m'a dit « qu'il irait à la postérité » et qu'il ne s'en tenait pas au génie. Il est, de plus, plein d'esprit et d'une société charmante. Elle m'en a fait un portrait d'homme accompli; je suis curieux de ce prodige, je demande à le connaître et à vous en dire mon impression » (26 octobre 1860). Après l'avoir reçu, elle écrit (19 janvier 1861) : « Il paraît timide, il a une figure très douce et très intéressante. J'ai beaucoup goûté la conversation de M. Berthelot. Si j'ai un regret, c'est de ne pouvoir le suivre sur le terrain de la science; il a fait de grandes découvertes en Chimie et publié deux volumes au-dessus de ma portée : j'en ignorerais jusqu'à la langue. Mais on dit que l'exposition du livre est abordable, et donne les conclusions de l'ensemble de ses travaux. Je tâcherai de m'en faire une idée. Au reste, il n'est étranger à rien, il a reçu une éducation très littéraire. »

Sur l'initiative de Balard, un certain nombre de professeurs du Collège de France et de chimistes de l'Institut demandent aux Pouvoirs publics la création d'une chaire de Chimie organique au Collège de France, afin de permettre à Berthelot de développer ses idées. La demande est accueillie favorablement par Duruy, ministre de l'Instruction publique, et la chaire est créée le 8 août 1865. Berthelot abandonne alors l'École de Pharmacie pour le Collège de France, qu'il ne devait plus quitter.

Membre de l'Académie de Médecine en février 1863, il entre seulement à l'Académie des Sciences le 3 mars 1873, à l'âge de quarante-six ans, dans la Section de Physique, en remplacement de Duhamel. Il a créé à cette époque tout un ensemble de méthodes calorimétriques expérimentales. Il n'est pas seulement un chimiste de premier ordre, mais aussi un physicien éminent, ce que reconnaît l'Institut en lui attribuant la première place vacante dans la Section de Physique. La plupart des sociétés scientifiques et académies étrangères consacrent la réputation de Berthelot en l'admettant dans leur sein. Il est nommé successivement membre de la

[1] Chez Michelet.

Société Royale de Londres, de la Société de Physique de Genève, de la Société des naturalistes de Moscou et des Académies de Saint-Pétersbourg, Stockholm, Dublin, Copenhague, Munich, Turin, Amsterdam, Hongrie, Boston, Lisbonne, Vienne, Berlin, etc.

Promu chevalier de la Légion d'honneur le 13 août 1861, il parcourt rapidement toute la hiérarchie et, lors de son cinquantenaire scientifique, le Gouvernement de la République lui avait déjà décerné la plus haute récompense dont il disposât, en le nommant Grand-Croix.

L'intérêt que porte Berthelot à la réorganisation de notre enseignement le conduit à l'Inspection générale de l'Enseignement supérieur en 1876; à la Section permanente de l'Instruction publique, dont il devient le vice-président; à l'École des Hautes Études, dont il est le président pour la Section des Sciences physiques. Président du Comité scientifique de la défense de Paris en 1870, il est nommé membre du Comité consultatif des Poudres et Salpêtres en 1876, et président de la Commission des Substances explosives en 1878.

Élu sénateur inamovible en 1881, il en profite pour plaider dans de nombreuses circonstances la cause de l'enseignement supérieur et des recherches scientifiques. En 1886, il devient ministre de l'Instruction publique sous le ministère Goblet et est appelé plus tard par M. Léon Bourgeois au quai d'Orsay.

Berthelot avait succédé à Joseph Bertrand à l'Académie Française et y avait été reçu par Lemaître.

Je n'ai pas la prétention, dans les quelques pages dont je puis disposer ici, d'apprécier comme il conviendrait l'œuvre du maître; je me contenterai d'en indiquer les grandes lignes.

II

Berthelot a transformé et agrandi le domaine de la Chimie, en même temps qu'il faisait progresser cette science du côté des sciences exactes.

Avant Berthelot, la plupart des chimistes considèrent les corps qui se forment dans les organismes vivants comme impossibles à reproduire dans les laboratoires à partir de leurs éléments constitutifs: carbone, oxygène, hydrogène, azote, par le seul jeu des affinités chimiques. « Dans la nature vivante, écrivait Berzélius en 1849, les éléments paraissent obéir à des lois tout autres que dans la nature inorganique ». Une force mystérieuse, la force vitale, est jugée indispensable à leur élaboration. Le chimiste ne peut que les détruire, les disséquer à l'aide de réactifs appropriés et en retirer quelques corps nouveaux, pierres isolées de l'édifice complexe. Son rôle est donc extrêmement limité, puisque, dans le domaine des composés organiques, il n a à sa disposition, comme objets d'étude, que les seuls principes immédiats élaborés par les animaux et les végétaux. Berthelot reprend les produits de désagrégation et tente, de proche en proche, de les recombiner ensemble pour reconstituer l'édifice initial. C'est ainsi que, dans un premier travail vraiment magistral, il reconstitue les graisses, les huiles, les beurres à partir de la glycérine et des acides dérivés de ces matières grasses. La barrière qui séparait les réactions de laboratoire des réactions des organismes vivants disparaît désormais et l'unité des forces biologiques et physico-chimiques se trouve ainsi établie. On comprend toute l'importance d'une semblable démonstration.

Ce n'est pas tout. C'est ici que va apparaître en quelque sorte la puissance créatrice du chimiste. Aussitôt que Berthelot eut trouvé les conditions de reproduction d'une matière grasse, la stéarine par exemple, il eut en même temps, par la généralisation du procédé, le moyen de reproduire un nombre infini de matières grasses nouvelles. Ainsi, tandis que la plupart des graisses animales ou végétales sont formées essentiellement par le mélange de trois ou quatre espèces chimiques bien définies, les seules rencontrées dans la nature, le chimiste peut en fabriquer dans son laboratoire un nombre aussi grand qu'il le désire. « La synthèse des corps gras neutres, disait Berthelot en 1860, ne permet pas seulement de former quelques corps gras naturels connus jusqu'ici, mais elle permet encore de prévoir la formation de plusieurs centaines de millions de corps gras analogues, qu'il est désormais facile de produire de toutes pièces, en vertu de la loi générale qui préside à leur composition ». Le domaine de la Chimie devient ainsi illimité. Le chimiste crée lui-même, par la synthèse, l'objet de ses études, et, dans les milliers de corps nouveaux qui, chaque année, sortent des laboratoires du monde entier, il distingue ceux dont les propriétés pourront être utilisées dans les arts, dans l'industrie, dans la médecine, etc.

La synthèse des matières grasses n'était qu'une synthèse partielle; la glycérine et les acides gras générateurs provenaient eux-mêmes de graisses préalablement dédoublées; il fallait, imitant la nature, chercher à produire des matières organiques à partir des corps minéraux. Prenant le carbone sous la forme oxyde de carbone, Berthelot combine ce gaz avec la potasse et engendre le formiate de potasse; le formiate de baryte chauffé abandonne du méthane qui, par pyrogénation, pourra donner de l'acétylène, de l'éthylène, de l'éthane. A partir de ces carbures ainsi formés, Berthelot passe aux alcools correspondants, méthylique, éthylique, et à leurs dérivés les plus variés.

Ce n'est pas, cependant, sous forme d'oxyde de carbone que le charbon pénètre dans les plantes; celles-ci édifient les molécules des matières grasses, des hydrates de carbone nécessaires à leur développement, avec l'anhydride carbonique et l'eau. Berthelot essaie vainement d'engendrer un premier carbure à partir de ces deux substances; il les remplace alors par deux corps qui présentent avec eux les fonctions les plus voisines, le sulfure de carbone et l'acide sulfhydrique; en les faisant passer tous deux sur du cuivre, il se forme du méthane. Le fer substitué au cuivre permet d'obtenir la même réaction à partir du sulfure de carbone et de l'eau.

Dans son ouvrage *Chimie organique fondée sur la synthèse*, Berthelot expose l'ensemble de ses travaux, en même temps qu'il laisse entrevoir les méthodes à suivre pour résoudre le problème synthétique dans les séries non étudiées. Il présente une vue d'ensemble des produits organiques et, pour les classer, introduit la notion de fonction. Il avait préalablement, à propos de la glycérine, montré que la molécule de ce corps possède trois fois la fonction alcoolique et introduit par là même la notion d'alcools polyatomiques, de polyalcools.

Berthelot a mis en œuvre l'énergie électrique, sous ses formes les plus variées, pour faire entrer les corps en combinaison ou pour détruire les composés. L'arc électrique lui a permis de réaliser la synthèse organique la plus simple, la plus inattendue et la plus féconde, celle de l'acétylène. Un arc jaillissant dans une atmosphère d'hydrogène transforme partiellement cet hydrogène en acétylène, car le carbone en vapeur qui constitue l'arc s'unit directement à l'élément gazeux grâce à sa haute température de 3.500°. Le carbure d'hydrogène, stable à la plus haute température qui ait été réalisée, devient, au contraire, instable dans le voisinage de la température ordinaire; il suffit de le comprimer au delà de deux atmosphères pour qu'il se décompose avec explosion, sous l'influence d'une étincelle, en ses deux éléments générateurs, carbone et hydrogène. Si, au contraire, on le chauffe légèrement vers 400°, le même acétylène retourne à sa forme stable, carbone et hydrogène, en passant par une série de termes intermédiaires, benzène, toluène, naphtalène, anthracène, picène, etc., carbures de plus en plus pauvres en hydrogène, dont la limite sera le charbon. Ces nouveaux carbures vont constituer le point de départ de la préparation de matières colorantes, de parfums, de succédanés du sucre, d'explosifs nouveaux, etc.

A l'acétylène on peut rattacher aussi, à l'aide de réactions simples, l'éthylène, l'éthane, les acides oxalique et acétique, l'alcool, etc. C'est ainsi qu'en chauffant le carbure avec son volume d'hydrogène, on engendre l'éthylène, susceptible de fixer l'eau en présence d'acide sulfurique pour former l'alcool. La synthèse totale de ce principe immédiat ternaire se trouve ainsi réalisée à partir de ses trois éléments constitutifs, le carbone, l'oxygène et l'hydrogène.

L'étincelle électrique apporte aussi sa collaboration à la synthèse chimique. Par exemple, des étincelles produisent de l'acide cyanhydrique quand l'azote se trouve en présence d'acétylène ou généralement d'une vapeur hydrocarbonée quelconque.

Le courant électrique passant dans une solution aqueuse conductrice permet d'obtenir des produits d'oxydation à l'anode et des produits de réduction à la cathode. La solution sulfurique se peroxyde en donnant un corps nouveau, l'acide persulfurique, dont l'existence est d'abord mise en doute par quelques chimistes inexpérimentés, jusqu'au jour où les persulfates deviennent des produits industriels.

Berthelot a d'ailleurs étudié d'une façon approfondie toutes les réactions chimiques secondaires qui se produisent sur les électrodes ou dans leur voisinage. Aucun chimiste n'avait, sur ces questions complexes, des connaissances expérimentales aussi étendues; elles permettent de comprendre le scepticisme avec lequel il accueillait toutes les théories mathématiques négligeant ces actions secondaires.

C'est surtout avec l'effluve électrique que Berthelot a obtenu les synthèses les plus délicates; il a montré que ces effluves constituent la forme d'énergie la plus active et la plus féconde pour obliger les corps à se combiner entre eux. Grâce à l'effluve, il a pu unir l'iode à l'oxygène, engendrer l'anhydride persulfurique à partir du gaz sulfureux et de l'oxygène, faire absorber l'azote en quantités considérables par le sulfure de carbone, le benzène, etc. Tout le monde se rappelle encore la découverte de l'argon, faite par lord Rayleigh et Ramsay, qui, après plusieurs années d'essais variés, ne parvinrent pas à faire entrer en combinaison le nouveau gaz. Ces savants adressèrent à Berthelot quelques centimètres cubes d'argon et, huit jours après, l'éminent chimiste annonçait à l'Académie des Sciences qu'il était parvenu à unir l'argon au sulfure de carbone par l'intermédiaire de l'effluve. La petite quantité de matière résineuse obtenue dans ces conditions, chauffée suffisamment, se décomposait en régénérant l'argon avec ses propriétés initiales.

Les contemporains de Berthelot apportèrent aussi leur part à l'édification de la synthèse chimique. Il convient de rappeler, en particulier, son émule, Wurtz, auquel on doit des travaux très importants sur la synthèse des ammoniaques composées, des

carbures d'hydrogène et des glycols. « C'est à l'occasion de la synthèse des glycols, écrivait Berthelot en 1884, que s'est élevée entre nous une rivalité féconde, où chacun a développé les ressources variées d'un esprit aussi différent par son point de vue que par son évolution. Des travaux sans nombre sont sortis de ces théories et ont transformé depuis trente ans la Chimie organique. Wurtz a eu une part de premier ordre dans cette transformation. »

III

Persuadé de l'unité des forces naturelles, Berthelot cherche à ramener les lois des transformations chimiques à celles de la Mécanique; il s'attache à développer une science nouvelle, la Thermochimie, d'où procédera la Mécanique chimique. Lavoisier et Laplace, Hesse, Favre et Silbermann ont effectué déjà quelques mesures calorimétriques; mais le principe de l'équivalence, dans l'ordre des réactions chimiques, est une notion nouvelle, qui va se préciser par les recherches de Berthelot. A cette époque, Regnault a effectué ses nombreuses expériences calorimétriques et donné à cette partie de la Physique une précision inconnue jusque-là. Regnault obtient cette précision en compliquant les appareils, en superposant en quelque sorte à l'appareil fondamental des appareils accessoires chargés d'éliminer ou de mesurer les différentes causes d'erreur. Berthelot, au contraire, arrive à la précision par la simplicité des moyens. La technique expérimentale qu'il constitue de toutes pièces pour la mesure des différents facteurs calorifiques est une œuvre admirable qui aurait suffi à elle seule pour illustrer un physicien. J'ai eu l'occasion d'initier bien des savants français et étrangers aux méthodes calorimétriques de Berthelot, je ne l'ai jamais fait une seule fois sans constater, après une première expérience, leur étonnement et leur admiration pour des méthodes aussi simples et aussi précises. Ces méthodes devaient atteindre leur perfection, par la suite, dans l'emploi de la bombe calorimétrique.

L'ensemble des faits thermo-chimiques accumulés par Berthelot confond l'imagination. Les conséquences qui en découlent s'étendent à tous les domaines de la science. Les ingénieurs, les expérimentateurs et les théoriciens font usage, à chaque instant, de ses données calorimétriques.

Dans l'ordre théorique, Berthelot montre que la quantité de chaleur est le facteur principal d'où dépendent les conditions de la combinaison ou de la décomposition des corps; mais la chaleur globale de la réaction est reliée à ces conditions par une relation extrêmement complexe. Berthelot cherche à dégager de cette chaleur globale toutes les calories qui correspondent à des phénomènes réversibles et obtient une quantité, la *chaleur chimique*, qui se rapproche de la chaleur non compensée dans la réaction. Depuis 1865, Berthelot a travaillé sans cesse à établir et à préciser les différents termes de l'expression de la chaleur chimique.

Cette chaleur chimique, surtout dans les solutions, n'est pas toujours d'un calcul commode; aussi, dans l'enseignement secondaire, a-t-on laissé subsister l'ancienne règle du travail maximum, qui, dans beaucoup de cas, peut donner une idée exacte de la marche de la réaction.

L'étude des piles, qui forme, avec la prévision des réactions, un seul et même problème, a été l'objet de nombreux travaux de Berthelot. Comme je l'ai dit plus haut, il a étudié d'une façon très approfondie tous les phénomènes secondaires qui s'y produisent, de manière à dégager de l'énergie chimique globale toutes ces énergies secondaires et à chercher à donner, si possible, une traduction expérimentale des écarts entre les deux énergies voltaïque et chimique. M. Berthelot a appelé bien des fois l'attention sur l'importance de ces réactions secondaires, souvent négligées par les théoriciens. C'est ainsi que les élèves de Helmholtz ne purent vérifier l'exactitude de la relation entre l'énergie voltaïque et l'énergie chimique qu'en mesurant directement l'énergie chimique au calorimètre, comme le fit Jahn, et non, comme l'avait fait Braüner, en la calculant d'après la réaction chimique fondamentale se produisant dans la pile.

D'ailleurs, d'une façon générale, l'étude thermochimique des réactions a obligé Berthelot à pénétrer dans leur moindre détail, et, avec son esprit de généralisation, il a su en dégager des observations d'ordre général. C'est ainsi que la notion de travail préliminaire, nécessaire pour amorcer les réactions, correspond dans le langage actuel à une élévation de température nécessaire pour vaincre les frottements. Il a montré également que ce ne sont pas les réactions donnant le système le plus stable qui se forment d'abord, mais des systèmes instables intermédiaires. On retrouve là le principe de l'apparition des formes instables avant celle des formes stables, principe qui s'est surtout précisé dans ces dernières années. D'ailleurs, tous les physico-chimistes modernes sont allés puiser dans les nombreux documents thermochimiques accumulés par Berthelot, et quelques-uns ont même quelquefois reproduit simplement ses recherches, mais avec le langage qui correspondait à la physico-chimie de ces dernières années.

Je suis convaincu, pour ma part, que c'est surtout par la thermochimie que Berthelot avait acquis ce sens vraiment génial des phénomènes chimiques, grâce auquel il paraissait presque les dominer et les commander.

La Thermochimie devait conduire fatalement Berthelot à l'étude des explosifs. Le rôle qu'il joua comme Président de la Commission de savants, organisée par le Gouvernement de la Défense nationale pendant le siège de Paris, fut pour lui l'occasion de s'initier à la connaissance de ces produits. Les travaux variés qu'il a effectués dans ce domaine, soit seul, soit en collaboration avec les membres de la Commission des Poudres et Salpêtres, ont été réunis en grande partie dans son traité *Sur la force des matières explosibles d'après la Thermochimie*. Je voudrais ici parler simplement de ses « études géniales », suivant l'expression de Nernst, sur l'onde explosive. Dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène, par exemple, la combinaison se propage sous la forme d'une onde, dont tous les facteurs peuvent être définis à l'avance quand on connaît les propriétés du mélange détonant. Cette surface d'onde, qui est le siège de la combinaison, se propage avec une vitesse bien supérieure à celle du son, 2.800 mètres par exemple dans le cas de l'oxygène et de l'hydrogène, et telle que l'influence refroidissante des parois n'a pas le temps de s'exercer; aussi la vitesse est-elle constante et indépendante de la nature du tube qui contient le mélange. La surface d'onde est à une température extrêmement élevée et produit une forte pression sur son passage, pression qu'il est facile d'enregistrer en plaçant sur le trajet des manomètres *crushers*.

L'onde explosive a permis de réaliser les températures les plus élevées (4.000°), mais les produits de la combustion ne restent soumis à cette température que pendant un temps très court. Berthelot et Vieille, dans des travaux extrêmement remarquables, ont utilisé l'onde explosive pour fournir des renseignements quantitatifs sur les propriétés des gaz à des températures atteignant jusqu'à 4.000°. Parmi les conséquences nombreuses qui en découlent, je voudrais signaler ce fait curieux que l'azote, l'oxygène et l'oxyde de carbone ont jusqu'à 4.000° des chaleurs spécifiques moléculaires identiques, ce qui tend à prouver que leur molécule n'est pas dissociée à cette haute température pendant le temps très court de l'échauffement.

Des études théoriques sur les explosifs, sur les vitesses d'explosion devait découler la découverte de la poudre sans fumée, faite par M. Vieille, l'élève et le collaborateur de Berthelot. Elle devait donner pendant quelque temps une supériorité à notre armement. C'est ici le lieu de remarquer que l'Allemagne, sur cette question, comme sur tant d'autres, fusil de petit calibre, sous-marins, canon à tir rapide, ballons dirigeables, n'a jamais fait que suivre et copier la nation qu'elle avait vaincue en 1870.

En collaboration avec Péan de Saint-Gilles, Berthelot a donné en 1862, dans un Mémoire célèbre, la définition de l'équilibre, en même temps qu'il montrait, par tout un ensemble de réactions méthodiquement étudiées, le rôle du temps dans les phénomènes chimiques. Il cherche à traduire dans des formules mathématiques le résultat de ses expériences, introduit la notion de masses actives et établit une relation qui, légèrement modifiée, devait conduire l'année suivante Guldberg et Waage, comme ils le reconnaissent eux-mêmes, à l'établissement de la loi d'action de masse. Par cette étude sur l'éthérification, le nom de Berthelot mérite d'être inscrit, à côté de ceux de Saint-Claire Deville et de Raoult, parmi les créateurs de la Chimie physique.

Comme conséquence de ses études de synthèse, le rôle de l'azote dans le monde vivant a toujours préoccupé Berthelot. Il y a quelques années encore, cet élément était considéré comme un corps inerte, incapable d'entrer en réaction, et, cependant, il est indispensable à la vie des plantes et des animaux. Par quels mécanismes l'azote minéral passe-t-il à l'état d'azote organique ? La question est aujourd'hui en grande partie résolue, grâce surtout aux expériences de Berthelot.

Sous l'influence d'actions électriques, étincelle ou effluves, l'azote et l'oxygène de l'air se combinent entre eux pour former d'abord de l'oxyde azotique et ensuite, par le fait de réactions secondaires, des vapeurs nitreuses. De même, toute combustion vive, celle du charbon, par exemple, entraîne la combinaison de petites quantités d'azote et d'oxygène. La différence de potentiel électrique entre deux couches d'air de niveau inégal peut être utilisée pour faire absorber l'azote par les corps les plus variés. Par des expériences quantitatives précises, Berthelot démontre que les actions électriques extérieures, orage, différences de potentiel, et les combustions du charbon consommé annuellement dans le monde, sont insuffisantes à rendre compte de la quantité totale d'azote nécessaire au développement des plantes. Il faut donc chercher d'autres causes. C'est alors que Berthelot s'attache à l'étude du sol; il montre que, dans certains cas, la terre s'enrichit en azote sous l'influence de bactéries qui y pullulent; la terre végétale n'est plus une matière inerte : c'est un ensemble vivant dans lequel un monde d'infiniment petits travaille à faire rentrer dans le cycle des réactions organiques l'azote élémentaire de l'air.

Les idées du maître sont d'abord vivement combattues, mais bientôt Hellriegel et Wilfarth, Schlœsing et Laurent, Winogradski, apportent chacun de son côté des contributions importantes à cette question de l'absorption de l'azote et démontrent

d'une façon éclatante la justesse des idées émises par Berthelot.

Ce n'est pas d'ailleurs le seul cas où Berthelot fut vivement combattu par de savants contradicteurs. Un Mémoire posthume de Claude Bernard fut, vers 1878, l'occasion d'une discussion scientifique des plus élevées et des plus serrées entre Berthelot et Pasteur. Ce dernier soutenait, avec expériences à l'appui, que la fermentation du glucose exige absolument la présence de la levure de bière, tandis que, d'après Berthelot, la transformation du glucose en alcool pouvait avoir lieu par l'intermédiaire d'un ferment non vivant, d'une diastase émise par la levure elle-même. Les deux savants restèrent sur leurs positions sans aboutir à une conclusion commune. Vingt ans après, un savant allemand, Büchner, démontrait que la levure, suffisamment pressée, fournit un liquide sans trace de cellule vivante et susceptible de continuer pendant quelque temps la fermentation des jus sucrés. Le flair génial de Berthelot avait eu raison de l'habileté expérimentale de Pasteur.

IV

Familiarisé avec les langues anciennes, Berthelot avait une compétence unique pour étudier l'histoire de la Chimie dans l'Antiquité. Dans les *Origines de l'Alchimie*, il montre que l'Alchimie était fondée sur une doctrine philosophique, celle de l'unité de la matière envisagée comme formée de quatre éléments. Sa pratique reposait sur les expériences réelles que faisaient les orfèvres et les métallurgistes gréco-égyptiens. C'est ce que l'auteur a établi complètement, par l'étude comparative d'un papyrus trouvé à Thèbes et des recettes du pseudo-Démocrite, dans un second ouvrage intitulé : *Introduction à l'étude de la Chimie des Anciens et du Moyen-Age*.

Berthelot a été conduit par là à publier les *textes alchimistes grecs, syriaques et arabes*, qui jusqu'ici étaient demeurés inédits, avec la collaboration de linguistes distingués : MM. Rouelle pour le grec, Rubens Duval pour le syriaque, Houdas pour l'arabe. Ainsi s'est trouvée reconstituée toute une branche des sciences de l'Antiquité, presque inconnue jusqu'alors. Il a d'ailleurs poursuivi ses études jusqu'au XIVe siècle, afin d'établir par quelles voies la science alchimique avait pénétré en Occident. Il a reconnu que cette voie était double : d'une part, tradition des arts et métiers, qui était restée jusqu'ici à peu près complètement ignorée et qui, cependant, a subsisté sans interruption depuis la chute de l'empire romain; d'autre part, les traductions syriaques des alchimistes grecs, également ignorées, lesquelles sont devenues l'origine des ouvrages arabes; ces derniers, enfin, ont été traduits en latin aux XIIe et XIIIe siècles.

Profondément patriote, Berthelot a toujours considéré comme un devoir, pour tout savant, de mettre à la disposition de son pays le fruit de son expérience et de ses connaissances. Il n'a jamais refusé les services demandés, au nom de l'intérêt public, dans les ordres les plus différents : applications spéciales à l'industrie ou à la défense nationale, enseignement public, politique générale. Il faisait partie de toutes les Commissions techniques rattachées aux divers ministères et apportait à la résolution des problèmes posés toutes les qualités mises en œuvre dans son laboratoire. Cette activité multiple de Berthelot fut l'occasion d'articles ou de discours variés, réunis en quatre volumes : *Science et philosophie*, *Science et morale*, *Science et éducation*, *Science et libre pensée*.

Comme tous les créateurs, Berthelot avait une foi puissante, une foi qui lui a servi de guide directeur dans sa vie privée et publique, la foi dans la science et dans ses méthodes. Pour Berthelot, la science domine tout, elle rend seule des services définitifs, son domaine n'est pas restreint à l'étude des faits positifs; le progrès matériel dû à la science est le moindre fruit de son travail; elle réclame un domaine supérieur et plus vaste, celui du monde moral et social.

Dans sa Lettre à Renan sur la science idéale et la science positive, après avoir exposé d'une façon magistrale, par un exemple concret, comment la science positive procède en établissant les faits et en les rattachant les uns aux autres par des relations immédiates, Berthelot étend la même méthode à l'étude du monde moral : « Dans l'ordre moral comme dans l'ordre matériel, il s'agit d'abord d'établir les faits et de les contrôler par l'observation, puis de les enchaîner, en s'appuyant sans cesse sur cette même observation. Tout raisonnement qui tend à les déduire *a priori* de quelque axiome abstrait est chimérique. C'est l'observation des phénomènes du monde moral, révélés soit par la psychologie, soit par l'histoire et l'économie politique, c'est l'étude de leurs relations graduellement généralisées et incessamment vérifiées, qui servent de fondement à la connaissance scientifique de la nature humaine. La méthode qui résout chaque jour les problèmes du monde matériel et industriel est la seule qui puisse résoudre et qui résoudra tôt ou tard les problèmes fondamentaux relatifs à l'organisation des Sociétés ».

Berthelot reconnaît, d'ailleurs, que la vérité ne saurait être atteinte par la science idéale avec la même certitude que par la science positive. « C'est en quelque sorte un édifice caché derrière un nuage et dont on aperçoit seulement quelques

contours. » Plus on s'élève dans l'ordre des conséquences, plus on s'éloigne des réalités observées, plus la certitude ou, pour mieux dire, la probabilité diminue. Un système n'a de vérité qu'en proportion, non de la rigueur de ses raisonnements, mais de la somme de réalités que l'on y introduit.

C'est à ses conceptions philosophiques qu'on peut rattacher, dans une certaine mesure, la résistance que fit Berthelot aux formules de constitution. Esclave des faits, il n'admettait pas ces figures schématiques, auxquelles certains allaient jusqu'à attacher une réalité objective. « Les symboles de la Chimie présentent à cet égard d'étranges séductions, par la facilité algébrique de leurs combinaisons et par les tendances de l'esprit humain, naturellement porté à substituer à la conception directe des choses, toujours en partie indéterminée, la vue plus simple, et plus complète en apparence, de leurs signes représentatifs. Ce serait méconnaître étrangement la philosophie des sciences naturelles et expérimentales que d'attribuer à de semblables mécanismes une portée fondamentale. En effet, dans l'étude des sciences, tout réside dans la découverte des faits généraux et dans celle des lois qui les rattachent les uns aux autres[1] ». Berthelot ne voyait dans les formules qu'un langage chimique, et il lui importait peu que les faits fussent traduits dans l'un ou l'autre langage. Je me permettrai de rappeler qu'en arrivant au laboratoire du Collège, à la suite d'une leçon où Berthelot avait exposé ses idées sur les notations et les formules chimiques, je lui avais fait observer respectueusement qu'il serait plus logique de faire emploi du langage adopté par la majorité des chimistes. C'est à la suite de cette conversation que je présentai, à l'Académie des Sciences, le premier travail sorti du laboratoire Berthelot avec les formules atomiques; quelque temps après, dans un travail fait en collaboration avec mon maître sur des dérivés chlorés, Berthelot abandonnait définitivement la notation en équivalents pour la notation atomique (1890).

Berthelot n'attachait d'ailleurs, du moins à l'époque où je l'ai connu, qu'une importance très secondaire aux théories. C'est, d'ailleurs, un fait qui se rencontre généralement chez tous les savants qui ont parcouru une longue carrière scientifique. Ils ont vu s'édifier et s'écrouler tant de systèmes qu'ils arrivent fatalement au scepticisme. Je lui avais présenté un jour une Note contenant quelques idées théoriques auxquelles j'attachais une certaine importance et je la lui apportais tout fier de l'exposé théorique qui encadrait les faits observés. Après avoir jeté un coup d'œil rapide sur la Note, Berthelot saisit un crayon et, d'un geste rapide, marqua d'une croix noire toute la partie de ma note pour laquelle j'attendais des compliments. J'étais alors un débutant, et, malgré toute l'admiration scientifique que le maître imposait autour de lui, j'avoue que je me consolai de mon désappointement en envisageant l'acte comme celui d'un savant qui a vieilli. Le souvenir de ce petit incident me revient toujours à l'esprit quand je me trouve en présence d'un mémoire ancien où je vais puiser quelques documents et que j'y trouve ces faits noyés dans les théories de l'époque, aujourd'hui si moyennageuses. Je peste contre l'auteur qui m'oblige à perdre mon temps et je comprends toute la justesse du geste de Berthelot.

C'est d'ailleurs le propre de la jeunesse, ignorante, inexpérimentée et présomptueuse, d'avoir sur toutes choses des opinions tranchées et de ne pas admettre sur beaucoup de points l'opinion de gens expérimentés et autorisés. L'âge guérit vite de ce défaut, dont on garde d'autant mieux le souvenir qu'on le retrouve chez les générations suivantes.

V

Berthelot laisse de nombreux élèves français et étrangers, dont un grand nombre sont parmi ceux qui honorent le plus la Chimie. Pour ne parler que des plus anciens, je citerai : Jungfleisch, le collaborateur de son *Traité de Chimie organique* et de ses études sur le coefficient de partage, dont Nernst devait donner dans ces derniers temps une belle généralisation; Barbier, qui a fait preuve d'une grande habileté expérimentale en aidant le maître dans les recherches délicates sur les propriétés réductives de l'acide iodhydrique; Sabatier, l'érudit professeur, bien connu par ses travaux déjà classiques sur les catalyseurs hydrogénants; André, le dévoué collaborateur de Berthelot dans ses recherches de Chimie végétale; Joannis, dont les travaux sur le sodammonium constituent de véritables modèles d'expérimentation; de Forcrand, le distingué directeur de l'Institut chimique de Montpellier, dont toutes les données thermiques forment un tableau de nombres d'une précision indiscutée; Güntz, qui a eu le mérite d'isoler le baryum et le strontium à l'état pur et de découvrir les sous-sels d'argent; Recoura, dont la thèse fut l'une des plus remarquables qui aient été présentées à la Faculté des Sciences de Paris, etc. A l'étranger, de nombreux élèves de Berthelot enseignent dans les Universités : Louguinine, Croustschoff, Ossipoff, Timoféieff, Werner, etc., en Russie; A. Werner en Suisse; Fogh en Danemark; Hartog en Angleterre; Bredig en Allemagne; Paul Henry en Belgique, etc.

[1] *La synthèse chimique*, p. 167.

VI

L'activité de Berthelot ne s'est jamais démentie un seul instant; l'année dernière, il publiait un volume très étendu sur l'analyse des gaz; il rédigeait avant sa mort un cinquième volume sur la Chimie végétale, tout en poursuivant ses recherches de laboratoire, recherches ininterrompues pendant cinquante-cinq ans. Berthelot aurait pu, comme Hoffmann, comme Bæyer, réaliser une fortune considérable; il n'a jamais pris aucun brevet, ni tiré aucun bénéfice matériel de ses découvertes. Toutes les offres faites par des groupes financiers pour mettre en valeur les conséquences de ses recherches furent toujours repoussées.

Très avare de son temps, il n'était pas toujours facile d'obtenir de lui l'entretien désiré. Pour ne pas lui dérober ses loisirs, il fallait le saisir à la sortie de son laboratoire, vers midi, et l'accompagner du Collège de France à l'Institut. Que de fois nous avons ainsi parcouru ensemble la rue de l'École de Médecine et la rue Mazarine, pendant qu'il m'entretenait du résultat de ses recherches ou qu'il m'exposait ses idées sur la dernière découverte sensationnelle! Mais c'est surtout à la Station de Chimie végétale de Bellevue-Meudon, où chaque année il venait s'installer avec sa famille, en avril ou mai, qu'il recevait volontiers ses élèves le dimanche matin. C'est ainsi qu'à la veille de son retour à Paris, je m'entretins avec lui pendant une matinée d'octobre, lors de son dernier séjour à Meudon. Très préoccupé par ses recherches sur la radio-activité, il me montra tous les quartz qu'il venait de colorer en violet sous l'influence du radium, reproduisant ainsi, pour la première fois, la synthèse de la pierre améthyste; puis, nous étions passés à l'examen d'expériences en cours, expériences dont il ne devait pas connaître les résultats. De petits tube de verre, remplis de substances variées, étaient rangés depuis quelques jours autour d'un tube central contenant une parcelle de radium; aucune transformation apparente ne s'était encore manifestée; mais il s'attendait à des modifications intéressantes quand il reviendrait au printemps suivant, si, toutefois, ajoutait-il, il vivait encore.

La conversation de Berthelot n'était jamais banale; sa phrase était toujours correcte, précise, simple, comme il convient à un savant et à un penseur. Il donnait tout de suite l'impression d'un homme supérieur. C'était, d'ailleurs, un délicat : « Jamais il n'y eut entre nous, a dit Renan, je ne dirai pas une détente morale, mais une simple vulgarité. Nous avons toujours été l'un avec l'autre comme on est avec une femme qu'on respecte. »

C'était un vrai régal de l'entendre aux réceptions intimes présidées avec tant de distinction par Mme Berthelot. Il abandonnait alors ses préoccupations scientifiques pour se consacrer tout entier aux siens et à ses amis. Les Goncourt ont raconté dans leur *Journal* les dîners chez Magny, où Berthelot était écouté par tous avec un puissant intérêt. « Renan, dit Goncourt, suivait sa pensée sans défaillance, et je suis certain qu'une foule d'idées ensuite émises par le philosophe en ses volumes avaient été recueillies au cours des conversations du chimiste. » Berthelot eut, en effet, une influence considérable sur les plus puissants esprits contemporains. Renan et Taine avaient, l'un et l'autre, une profonde admiration pour le savant. Il sera intéressant d'approfondir un jour dans l'œuvre de Renan la part de collaboration qui revient à l'homme de science.

Berthelot eut six enfants : quatre fils et deux filles. Il eut la douleur de perdre une de ses filles et, plus récemment, un petit-fils, mort tragiquement lors de l'accident du chemin de fer du Nord. « Nulle perte, a-t-il écrit, n'est comparable à celle d'un enfant qui a grandi sous les yeux de ses parents, entouré et soutenu par leur amour, et qui disparaît à la fleur de la jeunesse en laissant au fond du cœur des siens une douleur inconsolable. »

La mort dramatique du grand savant fut la preuve éclatante de l'amour profond qui l'unissait à sa femme; il s'était établi entre ces deux âmes une telle union, une telle adaptation réciproque, que leur existence constituait une véritable « symbiose ». Lorsque nous le voyions arriver ces derniers temps au laboratoire, son attitude nous renseignait sur l'état de santé de Mme Berthelot : pâle et défait pendant les périodes critiques, il marchait d'un pas plus alerte pendant les périodes d'amélioration. Nous savions que les jours de la malade étaient comptés et nous ne doutions pas que sa mort n'entraînât celle de son mari dans un court délai. Leur affection réciproque était encore plus grande que nous ne pouvions le supposer, car Berthelot n'a pu survivre à sa digne compagne.

Dans tous les domaines où puisse s'exercer l'activité d'un être humain, Berthelot a rempli son devoir et tout son devoir. Il fut un savant, un citoyen, un époux, un père, un maître incomparable.

Il semblerait qu'une telle nature d'élite n'eût jamais dû rencontrer de difficultés dans sa carrière; ce serait attribuer aux hommes une rapidité et une sûreté de jugement dont ils sont peu coutumiers. Il y a deux mois, j'étais allé lui confier quelques ennuis personnels; il se mit, comme toujours, à ma disposition pour m'aider à les surmonter, puis il ajouta : « Je causais, hier soir, du

passé avec Mme Berthelot, et nous arrivions à cette conclusion que je n'avais pas vécu une année sans avoir une lutte à soutenir. » La vérité finit toujours par triompher; le 24 novembre 1901, dans la séance inoubliable du cinquantenaire scientifique du maître, les savants du monde entier vinrent apporter à Berthelot l'hommage de leur reconnaissance et de leur admiration.

Après avoir entendu la lecture de quelques-unes des deux cents adresses qui lui étaient venues de tous les coins du monde civilisé, Berthelot se leva au milieu de l'émotion générale et prononça d'une voix claire et nette un discours remarquable dont je tiens à rappeler ici le début :

« Je suis profondément touché et vraiment confus des hommages que vous me rendez en ce moment. Ces honneurs, je le sais, ne sont pas dus seulement à votre affection pour ma personne; je dois les rapporter aussi à mon âge, à mes longs travaux, et aux quelques services que j'ai pu rendre à notre patrie et à nos semblables.

« A mon âge d'abord : votre sympathie fait briller d'un dernier éclat la lampe sur le point de s'éteindre dans la nuit éternelle! Le respect que l'humanité porte aux vieillards est l'expression de la solidarité qui unit les générations présentes avec celles qui nous ont précédés, et avec celles qui nous suivront.

« Ce que nous sommes n'est attribuable que pour une faible part à notre labeur et à notre individualité personnelle, car nous le devons presque en totalité à nos ancêtres, ancêtres du sang, ancêtres de l'esprit. Si chacun de nous ajoute quelque chose au domaine commun, dans l'ordre de la science, de l'art ou de la moralité, c'est parce qu'une longue série de générations ont vécu, travaillé, pensé et souffert avant nous. Ce sont les patients efforts de nos prédécesseurs qui ont créé cette science que vous honorez aujourd'hui.

« Chacun de nous, quelle qu'ait été son initiative individuelle, doit aussi attribuer une part considérable de ses succès aux savants contemporains, concourant avec lui à la grande tâche commune.

« En effet, les découvertes si brillantes du siècle passé, ces découvertes, déclarons-le hautement, nul n'a le droit d'en revendiquer le mérite exclusif : la science est essentiellement une œuvre collective, poursuivie pendant le cours des temps par l'effort d'une multitude de travailleurs de tout âge et de toute nation, se succédant et associés, en vertu d'une entente tacite, pour la recherche de la vérité pure et pour les applications de cette vérité à la transformation continue de la condition de tous les hommes. »

Camille Matignon.
Ancien Professeur suppléant de Berthelot au Collège de France.

LES ALIMENTS DE L'HOMME

PREMIÈRE PARTIE : PRINCIPES SCIENTIFIQUES DES TABLES ALIMENTAIRES

La science de l'Alimentation rationnelle mérite très certainement l'intérêt que le monde savant vient de lui témoigner en en faisant l'objet spécial et unique d'un Congrès international. Elle se propose, en effet, entre autres buts, de vulgariser l'hygiène et de répandre le bien-être de la table, dont dépend pour tout le monde l'état de santé.

Si l'on veut réaliser le progrès social entrevu, ne faut-il pas toutefois tenir un autre langage que celui de la plupart des chimistes, des physiologistes, des médecins et hygiénistes les plus versés dans les questions d'alimentation?

Pour répandre la science de l'Alimentation et instruire le public sur la manière de se nourrir rationnellement, les uns ont divulgué la composition chimique des cellules vivantes, de leurs excrétions et sécrétions, puis des principaux aliments. Les autres ont fait connaître ceux de nos éléments cellulaires chimiques qui jouent un rôle dans les phénomènes si variés de la nutrition. Ils ont encore discuté sur la destination physiologique des divers principes nutritifs, sur les variations qualitatives et quantitatives des besoins normaux de l'organisme humain. Ces données arides, d'ordre scientifique, ne peuvent convaincre les masses, ni surtout les mettre en garde contre les erreurs de l'alimentation courante.

De même que les chimistes et les physiologistes, les médecins ont pris part au mouvement, car, de temps immémorial, la question passe pour être de leur domaine exclusif; mais l'opinion ne leur a guère été plus favorable qu'à la plupart de ceux qui ont voulu perfectionner l'alimentation. Il est vrai qu'ils ont publiquement accusé des plus noirs méfaits quelques-uns de nos aliments usuels. Pour certains, la nourriture carnée figure, par exemple, à côté de l'alcoolisme, parmi les plaies sociales. Quelques-uns des abus alimentaires de la société actuelle peuvent, sans doute, être regardés comme des sources de tares le plupart héréditaires, mais

ce n'est pas une raison pour que l'on néglige de se mettre à la place de ceux à qui l'on enseigne. Que peuvent, en effet, penser de toutes nos théories scientifiques les classes les moins fortunées, celles justement dont le régime semble le moins enviable parce qu'il ne comporte que peu de viande, celles encore qui éprouvent le besoin de se remonter avec l'alcool pour balancer l'excès de travail et l'insuffisance relative de nourriture? Qu'importe à ceux-là qu'il en soit fini de l'individu et de la race, comme on l'enseigne parfois, si tout le monde ne devient pas végétarien, et ne s'abstient pas complètement d'alcool!

Dans le but de multiplier les applications de la science de l'Alimentation, on s'est donc contenté, on le voit, d'engager les masses à faire de la bonne physiologie pratique. On a oublié, bien que ce fût là le côté le plus intéressant, de dire en même temps au consommateur comment il devait s'y prendre pour donner le nécessaire à son organisme, tout en dépensant le moins possible. La question comporte un côté économique, et l'on doit en profiter pour attirer le public. En matière d'alimentation, les considérations économiques interviennent d'autant plus naturellement qu'il s'agit de la plus forte des dépenses nécessaires à l'entretien de la vie.

N'est-il pas du reste avéré que ceux-là mêmes que leur situation sociale oblige à consacrer le moins possible à leur nourriture dépensent le moins judicieusement leur argent sur le marché? Bien peu, d'ailleurs, se font une idée juste de la véritable valeur nutritive des aliments, et malheureusement, dans cet ordre d'idées, l'instruction et l'intelligence n'empêchent pas de commettre de graves erreurs. Avec les difficultés croissantes de l'existence, bien peu, cependant, peuvent se permettre de ne pas compter.

Aussi ne discourons pas en public sur les matières azotées, les graisses ou les hydrocarbonés. Ne discutons pas devant le consommateur sur les aliments d'épargne, le minimum d'azote nécessaire, la toxicité des régimes, l'équivalence des rations en calories. C'est inévitablement perdre son temps. Si l'on a, au contraire, à cœur de faire œuvre utile et sociale, il suffit de montrer plus simplement que le prix de revient de tel ou tel régime peut être avantageusement modifié, que bien des petites économies, insignifiantes en apparence, atteignent, une fois ajoutées les unes aux autres, un chiffre dont l'importance étonne et vient souvent à bout, sans grands frais de discours, de l'indifférence des intéressés. Pour combattre, par exemple, l'alimentation carnée excessive ou l'alcoolisme, gardons-nous bien de conclure à l'empoisonnement lent et à la déchéance de la race. Recherchons plutôt les aliments qui, substitués à une partie de la ration de viande ou d'alcool, permettent de réaliser une certaine économie tout en satisfaisant de même aux besoins de l'organisme. En un mot, pour être écoutés, parlons un langage à la portée de tous. Parlons uniquement argent; nous serons forcément compris, et c'est en montrant ce que l'on gagne à la substitution raisonnée des aliments entre eux que l'on contribuera, avec le plus de chance de succès, à la prophylaxie des plaies sociales d'origine alimentaire. L'Alimentation rationnelle est une science que l'on ne vulgarisera qu'en attirant l'attention du public sur ses applications économiques.

I. — De l'analyse chimique comme critérium de la valeur nutritive des aliments.

Le progrès en matière d'hygiène sociale n'étant possible que si l'on prend un point d'appui solide sur l'opinion publique, comme il n'est pas de meilleur argument pour convaincre que le profit, il faut, en résumé, se contenter, quand on parle alimentation, de rechercher parmi les aliments ceux qui sont le plus avantageux. Une telle enquête physiologique et économique ne peut, de toute évidence, aboutir que si l'on sait déterminer les valeurs nutritives des diverses denrées entre lesquelles on a le choix pour sa nourriture, afin de les comparer à leurs valeurs vénales, autrement dit à leurs prix sur le marché, au cours du jour.

Comment la science moderne répond-elle à cette première question : « Quelle est la valeur nutritive comparée des aliments? » Autrefois, quand on songeait, par hasard, à ne pas suivre aveuglément les préjugés et la routine et à se rendre compte de ce que valait un aliment, on en usait. Pour cela, on s'adressait à l'homme et, suivant les impressions de l'observateur et du sujet d'expérience, on déduisait tant bien que mal des conclusions. Aujourd'hui, on consulte le chimiste, et on lui demande de répondre *a priori*, sans recourir à l'expérimentation directe, si l'introduction dans l'alimentation de tel ou tel produit présente des inconvénients ou des avantages.

Cette manière de faire repose sur ce que la valeur nutritive d'une substance résulte, assez exactement, entre autres choses, de sa composition chimique. Il paraît sans doute osé d'admettre que la Chimie possède, grâce à ses réactions de laboratoire, les mêmes pierres de touche que l'organisme animal. Mais, comme, à la réflexion, on constate que la Physiologie, à laquelle incombe pourtant l'étude des fonctions de la vie, manque de bases solides pour classer les aliments, on préfère, faute de mieux, énumérer les aliments dans un ordre plutôt chimique que physiologique.

La Chimie, il faut lui rendre cette justice, s'est tout

de suite attachée à simplifier le plus possible la question. Elle a reconnu que les aliments complexes, offerts à l'homme en infinie variété par le règne animal et le règne végétal, sont simplement constitués par le mélange, en proportions variables, d'un très petit nombre de catégories d'aliments simples, impossibles sans doute à définir nettement, mais comprenant chacune, malgré cela, des composés chimiques assez voisins. Aussi est-il admis que, pour étudier un aliment, il faut commencer par rechercher sa teneur centésimale en matières azotées, en corps gras et en hydrocarbonés, tous principes de nature organique dont la somme, jointe à celle de l'eau et des matières minérales (cendres), ne s'éloigne guère de 100.

Le principe de l'analyse simplifiée des substances alimentaires, ainsi établi, a déjà rendu d'innombrables services; mais on le trouve actuellement infiniment trop simple. L'opinion et le monde savant veulent sur tous les points à la fois de plus en plus de détails. On reproche au chimiste de n'avoir pas assez subdivisé sa classification, d'avoir des méthodes de dosage trop brutales et de confondre, sous une même étiquette trompeuse, des substances fort différentes à tous les points de vue. On lui oppose que la composition chimique n'est pas tout, que chacun a sa nature, son goût, ses habitudes, son estomac, son intestin, et que l'on ne possédera la clef de l'hygiène alimentaire que le jour où l'on saura déterminer non seulement la quantité globale des aliments simples, mais également leur qualité, leur destination physiologique et leur mode d'utilisation vis-à-vis de l'organisme considéré. On cherche, en un mot, à amoindrir la portée de l'épreuve analytique et à ébranler la confiance que pouvaient avoir en elle le physiologiste et le chimiste lui-même.

De ce que la science n'a malheureusement encore pu rendre possibles la séparation et la classification de tous les principes dont le mélange constitue nos aliments usuels, de ce que les méthodes courantes d'analyse comportent beaucoup d'arbitraire, de ce que, enfin, on ne sait pas le plus souvent pourquoi et dans quels cas des principes absolument identiques ou fort voisins au point de vue chimique sont différemment utilisés par l'organisme humain, on ne saurait cependant déduire que le chimiste ne sait rien de la valeur nutritive des aliments. Sans doute, plusieurs des objections faites à la méthode sont fondées, et l'on s'emploie à y répondre peu à peu. Toutefois, comme en toutes choses les applications pratiques diffèrent beaucoup des questions de science pure, il importe ici, en matière d'alimentation, non pas tant d'arriver à des chiffres rigoureusement exacts que de baser ses raisonnements et ses conseils sur des données générales suffisamment approchées. Rien n'est compromis si l'écart de ces dernières avec la vérité ne porte aucun préjudice à la solution des problèmes pratiques que l'on veut résoudre. Pour cette raison, n'en déplaise aux partisans de l'exactitude rigoureuse, la connaissance de la composition chimique des aliments de l'homme constitue un progrès indéniable.

Les résultats détaillés de toutes les analyses de substances alimentaires, faites depuis plus d'un demi-siècle par les laboratoires dignes de foi du monde entier, sont réunis dans l'ouvrage classique du Dr J. König[1], dont la dernière édition contient plus de 1.500 pages de chiffres. Le guide est des plus utiles, surtout une fois résumé, car les données qu'il met à notre disposition sur la teneur brute des aliments en eau, cendres, principes azotés, gras et hydrocarbonés ont indubitablement un caractère de moyennes très générales. Il serait autrement expressif et précieux pour l'usage pratique et courant s'il était complété en tenant compte de tous les faits intéressants d'ordre général actuellement acquis à la science de l'Alimentation.

Quelles données nouvelles faut-il donc faire figurer dans les tables alimentaires pour qu'elles puissent rendre le plus de services possible? Le dernier Congrès vient de me donner l'occasion de répondre à la question dans la mesure de mes moyens[2].

Il est tout d'abord nécessaire d'indiquer le nom des aliments avec des indications suffisantes pour qu'ils soient bien caractérisés. La remarque semble bien à tort superflue. En ce qui concerne particulièrement les viandes de boucherie, on ne saurait trop enseigner la dénomination courante des principales parties du bœuf, du veau, du mouton telles que le commerce du détail les distingue, les découpe et les met en vente. Combien trouvent au-dessous d'eux de connaître la région anatomique d'où provient le morceau qu'ils achètent et mangent? De plus, une analyse de viande de bœuf, par exemple, reste sans signification si l'auteur ne spécifie pas tout au moins qu'elle se rapporte à l'aloyau, ou à la bavette, ou au flanchet. Pour être complet, le chimiste devrait encore indiquer la race de l'animal, son état, son mode d'engraissement, ainsi que les particularités de coupe ou de nomenclature du morceau analysé, de même que sa saveur, ses propriétés culinaires, appréciées par des spécialistes compétents et par son cours sur le marché. Personne n'ignore, en effet, que les viandes de boucherie diffèrent de sapidité suivant l'alimentation de l'ani-

[1] J. König : *Chemie des menschlichen Nahrungs und Genussmittel.* Berlin. J. Springer, 1903-1904.

[2] J. Alquier : *Les aliments de l'homme* (composition chimique, valeur nutritive comparée, substitutions dans les rations), in-4°. Masson, 1906.

mal, et, pour le même animal, suivant la région d'où provient le morceau. Les aliments les plus semblables, d'origine animale ou végétale, présentent presque tous d'assez grandes différences à la dégustation, et l'on reconnaîtrait encore mieux que chaque individu, chaque variété, a sa saveur propre si cette dernière n'était pas toujours plus ou moins masquée par les multiples assaisonnements et préparations culinaires.

Une classification des aliments uniquement basée sur la saveur serait, d'après cela, très acceptable. Malheureusement, le goût est essentiellement variable et subit l'influence d'une multitude de facteurs. La Chimie permettra peut-être un jour d'apprécier exactement les propriétés culinaires de telle ou telle substance sans faire intervenir la dégustation et ses incertitudes. Elle y est arrivée pour un de nos aliments les plus communs, la pomme de terre. Après de nombreux essais directs de préparation des différentes variétés de tubercules sous les formes culinaires courantes (friture, purée, ragout, salade), on a mis en évidence que la valeur culinaire de la pomme de terre est directement proportionnelle à sa teneur en matières azotées totales, et inversement proportionnelle à sa richesse en fécule. Il est utile parfois, on le voit, de remettre sur le terrain de la Chimie bien des problèmes maintes fois abandonnés et qui, au premier abord, semblent être d'un tout autre domaine.

Mais revenons aux tables alimentaires. Parmi les données numériques à inscrire en tête vis-à-vis de l'aliment considéré, il en est deux fort importantes que l'on a eu jusqu'à présent le grand tort de laisser de côté. Ce sont : le poids moyen et les déchets.

II. — De la nécessité de peser les aliments.

Faut-il réfléchir longuement pour comprendre qu'il n'est pas d'enquête alimentaire possible, si l'on ne connaît le poids des aliments dont se compose la ration à étudier ou à discuter? Or, la ménagère et le consommateur sont renseignés sur le prix du poulet, de la tête de chou-fleur, de la botte de carottes, du poisson, de la douzaine d'œufs et des fruits que l'une a dans son panier et que l'autre va manger; mais tous deux en ignorent le poids. Même chez le boucher ou l'épicier, on ne fait que très rarement attention aux indications de la balance, tellement il semble suffisant de ne retenir que le chiffre annoncé à la caisse. En un mot, les habitudes courantes ne veulent pas que l'on pèse. Bien plus, on tourne en ridicule ceux qui font exception à cette règle. Comment, dans ces conditions, peut-on compter?

Pour beaucoup, cette insouciance, profondément enracinée, empêche très certainement d'accroître le bien-être de la table. Contre elle, il n'existe qu'un remède : enseigner à tous, dès l'école, l'usage de la balance et les applications d'une pesée judicieusement faite. C'est là, très certainement, un moyen pratique et exact de permettre à chacun de se rendre compte s'il retire le profit désirable de ses dépenses de table. La balance passe à tort pour n'être qu'un instrument de laboratoire ou d'industrie. Le consommateur pauvre lui-même gagnerait pourtant à l'achat d'un instrument de contrôle, car, plus que tout autre, il a besoin de recevoir très exactement au marché le poids qu'il paie. La nourriture n'est-elle pas d'autant plus chère qu'elle est achetée en plus petite quantité?

Il y aurait une belle leçon d'économie et de prévoyance à faire à ce sujet dans les milieux ouvriers, où l'on a la déplorable habitude, alors même que la famille ne vit pas au jour le jour du travail de la veille, de n'acheter que juste ce qu'il faut pour le repas ou tout au plus pour la journée. On ne se figure pas les économies que beaucoup réaliseraient en conduisant mieux et surtout en surveillant mieux leurs achats. Que chaque consommateur, quelle que soit sa condition, se décide à vérifier les écarts entre les poids livrés et les poids payés comptant ou facturés; les surprises ne lui seront pas ménagées. Le jour où le public se pénétrera bien de cette idée que l'on ne peut, sans inconvénients, ignorer le poids de ce que l'on mange et constatera que l'on ménage réellement sa santé et que l'on fait des économies appréciables rien qu'en pesant ce que l'on achète pour la table, ce jour-là, la science de l'Alimentation rationnelle, prenant une forme simple, facile et pratique, cessera de n'être comprise que par quelques rares initiés. Ses applications se multiplieront rapidement.

Voilà pourquoi les tables alimentaires sont incomplètes quand elles ne rappellent pas, à propos de chaque aliment, qu'il faut, avant tout, connaître la quantité de ce que l'on mange réellement. Le poids de l'unité ou de la pièce brute non préparée ni parée, c'est-à-dire à l'état naturel ou telle que débitée le plus souvent pour la vente, est évidemment une donnée peu précise. Tout le monde sait combien elle varie; mais ne vaut-il pas mieux baser ses calculs sur une moyenne approximative, déduite de la pesée d'un très grand nombre d'unités ou de pièces de même espèce, que de se désintéresser complètement de la question? C'est ainsi que les poids moyens indiqués dans mes tables alimentaires peuvent très bien différer sensiblement de ceux que l'on obtiendrait en pesant isolément une et même plusieurs unités. Etant donnée la façon dont ils ont été obtenus, ils n'en fixent pas moins pour cela très suffisamment les idées,

lorsque l'on envisage à la fois de grosses quantités ou bien au cours, par exemple, d'une enquête portant sur l'alimentation d'une collectivité. Les moyennes ne sont pas des données rigides et, par conséquent, ne méritent pas une confiance absolue; mais elles seraient beaucoup moins critiquables si l'on prenait plus souvent la peine de bien les établir.

III. — Déchets de préparation des aliments. Gaspillage de la nourriture.

Les aliments tels que nous les achetons sur le marché ne sont pas entièrement comestibles. L'homme laisse généralement de côté ce qui constitue la majorité des ordures ménagères. Comme on achète au même prix la partie comestible et la partie que l'on rejette, il importe tout autant d'être fixé sur le poids des aliments bruts que sur la proportion globale des déchets qu'ils laissent lors de leur préparation. C'est là une nouvelle donnée trop importante pour qu'elle ne figure pas dans des tables alimentaires.

En quoi consistent exactement les déchets? Pour les viandes de boucherie, cas le plus compliqué, le boucher, après avoir découpé un morceau dans la pièce demandée, le pèse ou doit le peser à l'état brut, puis le pare, c'est-à-dire enlève les tendons (que l'on appelle vulgairement les nerfs), les aponévroses et surtout la graisse qui recouvre la chair musculaire maigre. Du poids facturé, il faut également déduire comme non comestibles les os, ajoutés, d'après les usages admis, dans la proportion de un quart ou de un cinquième environ de la pesée totale. Ces premiers déchets, dits de parure, sont grossis par les déchets de table (os, nerfs), parties trop grasses laissées dans l'assiette et séparées de la partie comestible, non pas comme le ferait un histologiste, mais au moyen du couteau, de la fourchette, des dents, de la langue et des lèvres. Quant aux légumes, aux gibiers et volailles, aux œufs, aux poissons, aux fromages, inutile de préciser la nature des déchets qu'ils laissent; tout le monde sait à quoi s'en tenir à ce sujet.

Il est de règle de ne prêter que fort peu d'attention à tous ces déchets, et cela semble d'autant plus naturel que la partie non comestible des aliments est jetée aux ordures. Pour satisfaire aux conditions d'une alimentation vraiment économique, on ne peut pas cependant ne pas tenir compte de ce que l'on paie sans en retirer le moindre profit. Aussi l'étude des déchets doit-elle occuper une place très importante parmi les nombreuses questions que soulève le problème de l'alimentation rationnelle.

S'il était de mode de suivre d'un peu plus près ses dépenses, on n'aurait garde d'oublier que la préparation des aliments donne lieu parfois à un très fort gaspillage. Le plus souvent, on épluche très mal les légumes. En jetant ainsi par jour aux ordures quelques grammes comestibles de pommes de terre ou de carottes, chaque ménage dépense inutilement une somme fort respectable au bout de l'année. Le gaspillage prend logiquement de plus grandes proportions lorsqu'il s'agit d'aliments d'origine animale, infiniment plus chers, on le sait, que la plupart des produits de la terre. Cela tient surtout à ce que les déchets de la viande sont ou bien laissés au boucher, qui, lui, ne manque pas d'en tirer profit, ou jetés tout de suite aux ordures de la cuisine. Cette manière de faire, malheureusement très courante, empêche d'abord de vérifier chez soi le poids de viande facturé. De plus, bien que les os et les parties trop grasses ne soient pas à proprement parler comestibles pour tout le monde, il n'en est pas moins vrai que ces résidus renferment très certainement des principes condimentaires et même nutritifs. L'os peut servir à faire la soupe. Cuit avec la viande et les légumes, il abandonne, de même que les tendons, les cartilages, une multitude de principes extractifs auxquels on a reconnu des propriétés apéritives et excitantes. Certaines rognures de graisse ne sont pas davantage susceptibles de donner mauvais goût. Pourquoi, dès lors, perdre systématiquement ce qui, faute de mieux, pourrait parfois servir à faire de la cuisine plus engageante?

On s'entête, principalement dans les milieux pauvres, à croire que plus on paie cher, meilleurs sont les aliments, alors qu'il est démontré que des morceaux bon marché, mais préparés et cuisinés par quelqu'un d'expert, sont tout aussi appétissants et nutritifs. Que chaque ménagère fasse son *mea culpa* en songeant aux ragoûts brûlés ou pas assez consommés, aux haricots insuffisamment cuits, aux plats présentés sans goût et laissés en partie sur la table après le repas, pour être ensuite jetés aux ordures parce que personne n'en veut plus, enfin au combustible dépensé en pure perte pour faire cette mauvaise cuisine.

Dans le même ordre d'idées, il y en aurait long à dire sur ce que l'on gaspille encore en composant mal les menus, en ne les variant pas assez, comme c'est la règle dans les classes les moins fortunées, dont l'alimentation est par trop simple et monotone, ou bien en servant des mets qui ne conviennent pas au goût du consommateur, ou en donnant beaucoup plus que l'on ne peut manger et, ce qui est la conséquence la plus fréquente de toutes ces mauvaises habitudes, en laissant perdre les restes.

Devant le peu de soin généralement apporté au choix, à la cuisson et au dressage des plats, il faut donc, dès l'école, apprendre à la femme, puisque

les travaux du ménage lui incombent aussi bien dans les classes pauvres que dans les classes fortunées, de procurer ce sentiment de bien-être que tout le monde éprouve à la vue d'un plat bien préparé, bien cuit et bien servi. Sans de bonnes cuisinières, on ne fera jamais d'alimentation rationnelle.

On ne saurait, cela va de soi, demander aux tables alimentaires qu'elles prémunissent infailliblement contre les erreurs de toute nature qui sont une cause de gaspillage notable de la nourriture; elles peuvent cependant renseigner tout au moins le consommateur sur la teneur moyenne des aliments en parties bonnes à manger ou non comestibles. Rien qu'avec cette donnée, on arrive déjà à réaliser de notables économies. Cela se comprend facilement.

La question des déchets a été étudiée pour la première fois aux Etats-Unis par Atwater et ses collaborateurs, à qui l'on doit la connaissance de tant de faits intéressant l'alimentation humaine. Craignant que les chiffres trouvés pour les produits du Nouveau Continent diffèrent par trop de ceux des aliments que nous consommons, je me suis documenté sur place. Dans ce but, et afin de présenter au dernier Congrès d'Hygiène alimentaire des résultats aussi peu critiquables que possible, j'ai fait appel aux bonnes volontés et aux compétences qui ont bien voulu collaborer à une nouvelle enquête sur la question. Plusieurs des plus importantes maisons d'approvisionnement de Paris, touchant par leur commerce à toutes les branches de l'alimentation, ont répondu au programme que nous leur avions tracé. Aux renseignements commerciaux ainsi recueillis, et en plus d'une centaine de déterminations faites entièrement par mes soins et par ceux de mon collaborateur, M. Martin, j'ai joint les résultats de l'enquête rigoureuse que le Dr Bourillon a bien voulu me permettre de poursuivre à l'Asile national des convalescents de Vincennes, dont il est directeur. Avec la collaboration et sous la surveillance du Dr Busquet, les quantités suivantes d'aliments bruts, non parés ni préparés, ont été suivies, au point de vue des déchets, depuis leur entrée à la cuisine jusque dans l'assiette des pensionnaires de l'asile :

Morceaux divers de viande de bœuf. .	1.500 kilogs.
— — veau. .	990 —
— — porc . .	170 —
— — mouton	1.000 —
Poissons divers.	360 —
Lapins	127 —
Légumes divers.	350 —
Fromages divers	200 —
Fruits divers	250 —

Une moyenne déduite de documents aussi sérieusement établis ne peut manquer de valeur. Beaucoup se méfieront, malgré cela, de ces moyennes, car le même aliment laisse, suivant les échantillons, des déchets notablement différents. Aussi, afin de donner confiance au lecteur, j'ai réuni à titre d'exemples (tableau I) les moyennes partielles dont je me suis servi pour calculer les nombres définitifs à retenir concernant les déchets de quelques aliments usuels ou choisis au hasard parmi ceux qui sont le plus riches en parties non comestibles.

La comparaison des résultats moyens de chaque

TABLEAU I. — *Déchets moyens laissés par divers aliments.*

ALIMENTS	MOYENNE % des divers renseignements commerciaux	MOYENNE % des expériences américaines d'Atwater	MOYENNE % des expériences faites à l'asile de Vincennes	MOYENNE % de mes déterminations personnelles	MOYENNE % générale
Bœuf collier.	31,00	31,20	20,36	»	27,52
— paleron (épaule comprise)	»	19,10	20,17	»	19,63
— plates côtes.	»	20,10	»	19,22	19,66
— poitrine.	31,00	17,30	20,73	»	23,01
Veau épaule	25,00	23,00	24,35	»	24,00
— longe	15,00	18,90	»	20,87	18,26
Mouton gigot	»	17,70	20,93	16,67	18,43
— collier	10,38	26,40	11,49	14,02	15,57
Poulet	26,88	33,75	22,25	33,33	29,99
Maquereau	44,57 37,50	39,65	»	22,22	35,98
Raie	33,33 35,00	51,00	»	21,15	35,12
Pomme de terre.	30,00	20,00	23,53	21,38	23,73
Poireau	30,00 28,00	15,00	28,00	»	25,25
Carotte	15,00 20,00	20,00	26,92	»	20,48
Orange	20,00 33,33	27,00	13,32	27,03	24,15
Pomme	10,00 20,00	25,00	12,59	»	16,90

groupe de recherches sur le même aliment, montre, mieux que toute explication, la valeur d'une moyenne générale solidement établie. Il n'échappera, en effet, à personne que, si l'on opère consciencieusement et sur de grandes quantités, que ce soit en France ou en Amérique, que les déterminations aient été faites par des commerçants, des ménagères ou des savants, dans les conditions de la pratique ou au laboratoire, on arrive presque toujours à des résultats très voisins. Malgré cela, lorsque l'on entreprend des recherches rigoureuses, il faut évidemment laisser de côté les chiffres des tables. L'exactitude exige dans ce cas que l'on détermine à nouveau, balance en mains, les déchets d'un échantillon suffisamment copieux de l'aliment employé pour l'expérience. On ne saurait demander à une moyenne d'avoir une signification plus large que celle qu'elle peut avoir.

Les deux graphiques ci-joints rapprochent les déchets moyens laissés d'un côté par les différents morceaux de la viande de bœuf, de l'autre par quelques-uns des principaux légumes frais et salades (fig. 1 et 2).

La place manquant pour présenter ici une vue d'ensemble sur les déchets alimentaires, je me bornerai à démontrer, par un exemple, que certains de ces chiffres sont des plus instructifs au point de vue économique. Tout le monde sait que les déchets laissés par la pomme de terre dépendent de la variété, de la grosseur du tubercule, de la régularité de l'enveloppe, du nombre et de la profondeur des yeux, facteurs tous essentiellement variables. Malgré cela, nous venons de le faire remarquer, les résultats de plus de vingt déterminations, faites de côté et d'autre sur des lots très différents quant à la variété, au volume et à la forme des pommes de terre, s'écartent fort peu de la moyenne générale donnée par mes tables : 23,73 %. Le maximum enregistré a été de 30 %. Lorsque l'on dépasse ce taux, on a donc la certitude presque absolue ou bien que les tubercules ont été épluchés sans soins, ou bien qu'ils sont d'une variété, d'une forme et d'un volume très désavantageux, et qu'il est alors par conséquent préférable de manger momentanément d'autres légumes farineux. Les épluchures obtenues à la caserne, où l'on jette près de 50 % des pommes de terre à l'époque de leur germination, sont des exemples typiques de déchets anormaux et mettent nettement en évidence, ceci dit en passant, l'insouciance, l'inexpérience et le mépris du soldat pour les aliments qui lui sont fournis. Il serait curieux d'évaluer l'argent que l'Etat dépense ainsi inutilement en nourriture gaspillée. L'étude des déchets est riche en promesses.

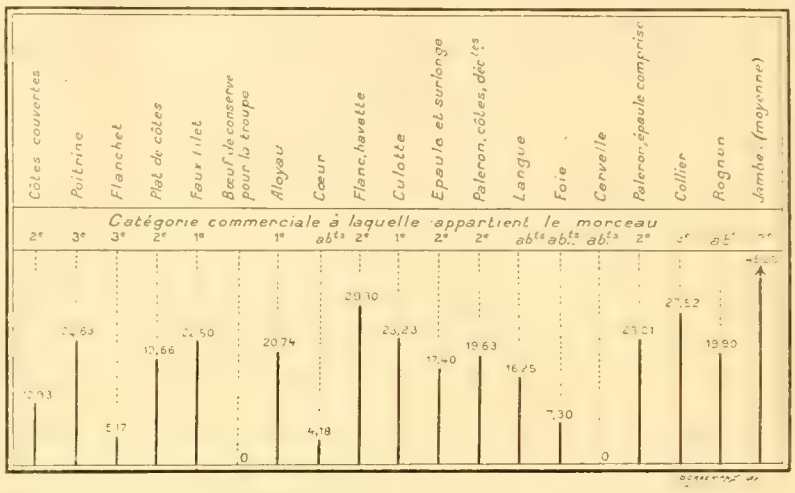


Fig. 1. — *Déchets pour cent des différents morceaux (3 catégories et abats de la viande de bœuf.*

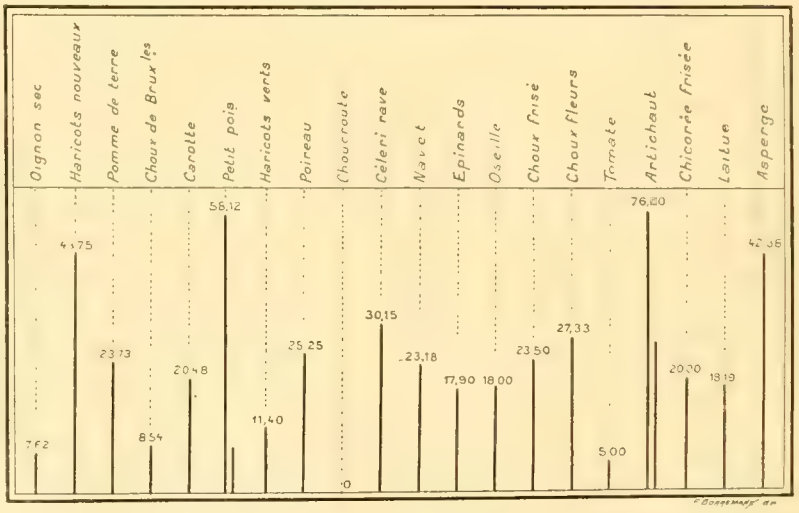


Fig. 2. — *Déchets pour cent de divers légumes et salades.*

IV. — Teneur en principes nutritifs de la partie comestible des aliments.

Du taux moyen de déchets, on déduit facilement la proportion de ce qui, dans chaque aliment, est bon à manger. Inutile d'insister sur l'importance de cette nouvelle donnée. Il faut l'inscrire logiquement dans les tables, car la partie comestible est la seule dont il importe de connaître la composition chimique. En ce qui concerne cette dernière, on admet, non sans raison, que tous les aliments peuvent être considérés comme constitués par un mélange en proportions variables, d'eau, de matières minérales, de matières azotées, de matières grasses et de matières hydrocarbonées. Ce serait une faute de ne pas conserver cette division classique dans les tables alimentaires. Elle ne répond, sans doute, pas complètement à l'ordre naturel et véritable des choses, mais elle n'en est pas moins imposée par l'état de nos connaissances et surtout par l'absolue nécessité de rester simple. En mettant à part certains principes confondus sous des dénominations trop générales, on ne fait que compliquer encore ce qui est déjà très complexe pour un profane. Or, comme je l'ai déjà dit, le côté pratique passe ici avant les questions de science pure.

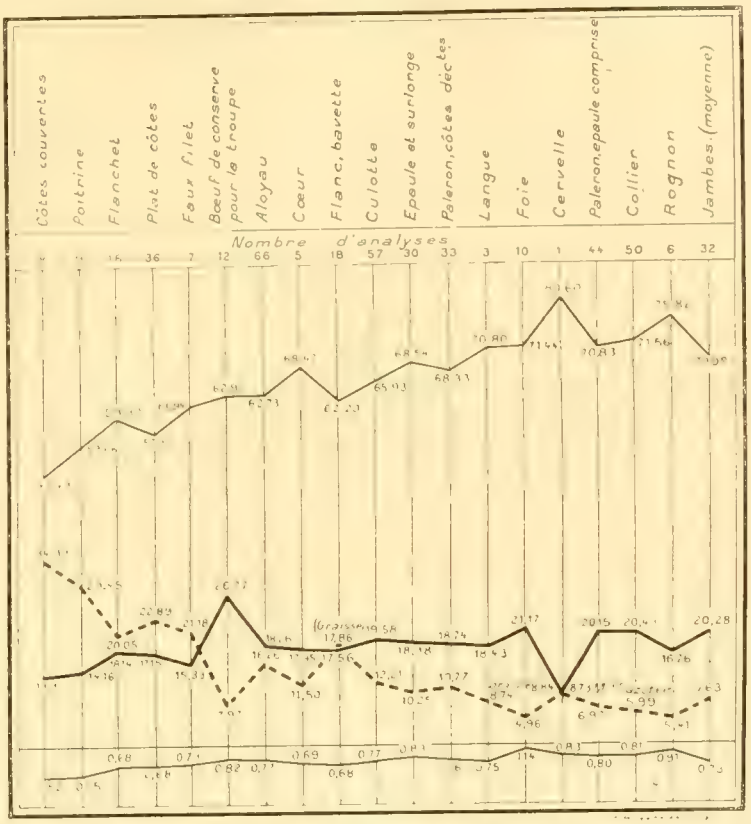


Fig. 3. — *Courbes de comparaison de la teneur centésimale des différents morceaux du bœuf (partie comestible) en principes nutritifs digestibles.*

—— Courbe de la teneur centésimale des aliments en eau.
—— — — — mat. azotées.
— — — — mat. grasses.
—— — — — mat. minérales.

L'échelle de la courbe des cendres (courbe inférieure) est différente de celle des autres courbes.

Les tables alimentaires doivent donc donner en premier lieu la composition chimique de la partie comestible de l'aliment, puis, afin de se conformer à la réalité, celle de l'aliment considéré au moment de son achat, c'est-à-dire avec ses déchets naturels quand il en comporte. Ce n'est pas tout. A côté de la quantité de principes nutritifs contenus dans 100 de l'aliment intégral ou dans 100 de sa partie comestible seule, les tables alimentaires, pour être complètes, doivent en outre indiquer, avec le même soin, la teneur de l'un et l'autre en principes digestibles. Il est facile de comprendre que l'homme vit en effet de ce qu'il digère et non pas de ce qu'il ingère.

On peut déduire la teneur moyenne des aliments en principes bruts ingérés de toutes les analyses consciencieuses faites dans les divers laboratoires, car les méthodes suivies par les chimistes concordent assez pour que l'on puisse, quel que soit l'opérateur, comparer les chiffres similaires. Il est évident que la valeur de la moyenne générale donnée dépend en grande partie du nombre des résultats d'où elle est déduite. Aussi, pour dresser les tables présentées au Congrès, tables qui, entre parenthèses donnent la composition de 300 aliments différents d'origine animale et de 200 aliments d'origine végétale, j'ai profité de tous les documents déjà publiés ou inédits qu'il m'a été possible de me procurer. L'ouvrage déjà cité de König, les dernières publications d'Atwater sur la composition de près de 4.500 aliments d'origine américaine, les travaux de M. Balland, pharmacien principal de l'armée, à qui l'on doit l'étude complète et détaillée de plus de 200 substances alimentaires, m'ont été d'un grand secours. Les chiffres que j'ai présentés résument 3.700 analyses de produits d'origine animale et 7.500 d'aliments d'origine végétale. Ce sont là, à ma connaissance, les moyennes les plus générales publiées jusqu'à ce jour. Je sais

bien que certains, par principe, leur refusent malgré cela toute valeur. Les aliments de composition homogène, objecte-t-on, sont très rares. On n'ingère pas de suite deux bouchées du même morceau de viande ou du même plat de légume qui se ressemblent et représentent, à poids égal, le même apport nutritif. Les écarts de composition, souvent considérables, enregistrés par les divers laboratoires, en sont, ajoute-t-on, la meilleure preuve. Pourtant, et je me suis déjà longuement expliqué à ce sujet en parlant des déchets, lorsque l'on a en mains, comme dans le cas présent, un très grand nombre d'analyses du même aliment ayant porté sur des échantillons de provenances et de compositions très diverses, en prenant la moyenne arithmétique des nombreux résultats obtenus séparément, on arrive à un chiffre unique, très acceptable et voisin de la moyenne telle qu'elle doit exister réellement dans la nature. C'est ainsi que les tables présentées au Congrès indiquent très vraisemblablement la composition chimique générale que l'on est en droit, jusqu'à nouvel ordre, d'attribuer aux substances alimentaires quand on se livre à des calculs ou à des enquêtes portant sur de grandes masses d'aliments.

Quant à la teneur centésimale des aliments en principes utilisables digérés, on peut la déduire, au moyen de coefficients appropriés, des données directement fournies par l'analyse chimique. On a, en effet, beaucoup étudié de tous les côtés la digestibilité des principaux composants nutritifs des aliments, et voici les coefficients moyens auxquels on est arrivé pour le régime mixte :

Sur 100 grammes de principes ingérés, l'homme soumis au régime mixte en digère :

	Dans les aliments d'origine animale	Dans les aliments d'origine végétale
Matières azotées. . . .	97 grammes.	84 grammes.
— grasses. . . .	95 —	90 —
— hydrocarbonées.	98 —	97 —

La comparaison de ces chiffres n'est pas sans intérêt : elle démontre que les aliments d'origine animale sont plus digestibles, surtout en ce qui concerne la matière azotée, que les aliments d'origine végétale. Ces derniers laissent, chez l'homme, de forts résidus excrémentiels, par suite du peu de digestibilité de la cellulose, des principes ligneux congénères et des albuminoïdes inclus dans les cellules ou membranes cellulosiques peu attaquables par les sucs digestifs. Il ne faut cependant pas interpréter cette remarque comme une attaque directe contre les aliments d'origine végétale, car si, d'une part, les substances cellulosiques n'apportent que peu de principes alimentaires à l'homme, dont le tube digestif n'est pas organisé pour les digérer, leur ingestion en notable quantité est, d'autre part, néanmoins utile. La cellulose constitue le seul principe dont les animaux disposent pour donner à la ration un volume suffisant et entretenir les contractions de l'intestin.

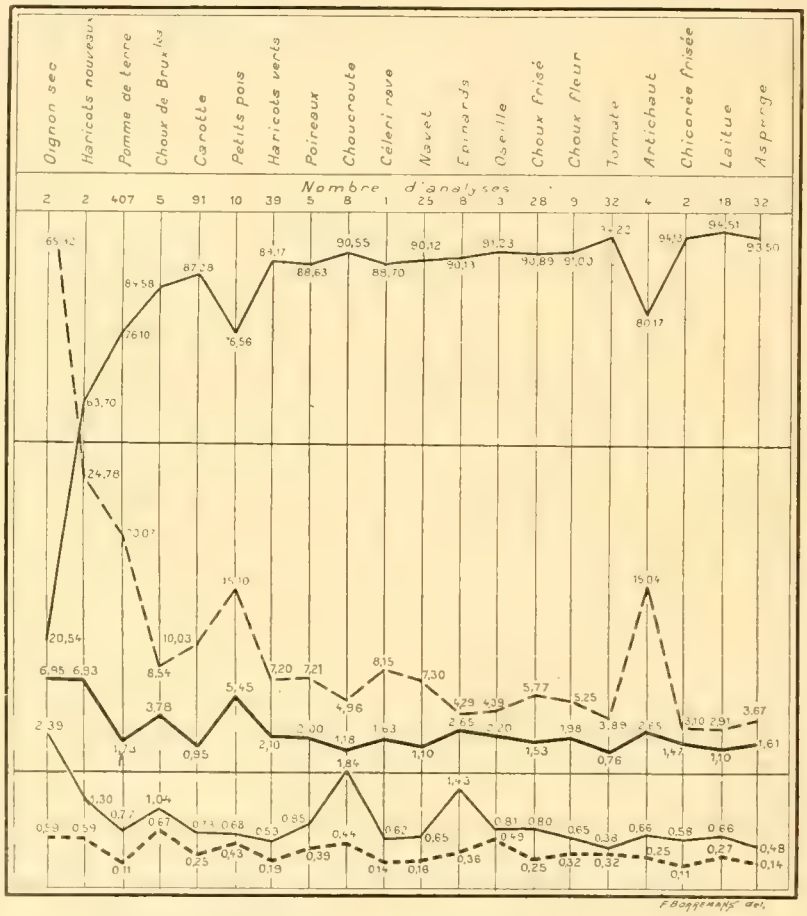


Fig. 4. — *Courbes de comparaison de la teneur centésimale de divers légumes et salades (partie comestible) en principes nutritifs digestibles.*

1re échelle. —— Courbe de la teneur centésimale des aliments en eau.
2e échelle. — — mat. azotées.
— — mat. hydrocarbonées.
3e échelle. — — — mat. grasses.
— — — mat. minérales (cendres).

Un point reste à éclaircir, avant de clore les explications nécessaires à la compréhension générale des tables alimentaires. Comme ces dernières concernent le plus souvent des aliments crus, on peut, non sans quelque hésitation, se demander si elles renseignent suffisamment sur la valeur nutritive des aliments cuits. La détermination de l'apport alimentaire doit se faire dans l'assiette et non pas au marché. Il est évident que la composition centésimale et la valeur nutritive varient selon que l'aliment est cru ou cuit. Mais cela n'empêche pas que l'on retrouve, après cuisson, les principes qui préexistaient dans l'aliment mis à cuire. La diminution de poids, bien connue de tout le monde, des aliments bouillis, cuits à la poêle ou rôtis, a pour cause presque unique la vaporisation de l'eau sous l'influence de la chaleur. Quand l'eau et le jus dans lesquels a cuit l'aliment ne sont pas perdus, on retrouve dans l'assiette la même quantité de matières azotées, grasses et hydrocarbonées que dans l'aliment avant cuisson.

Les figures 3 et 4 donnent, telles qu'elles figurent dans mes tables, les teneurs en principes nutritifs digestibles de la partie comestible des différents morceaux de la viande de bœuf, puis des différents légumes et salades. Comme nous avons précédemment indiqué les déchets pour cent de tous ces aliments, il est facile, en rapprochant les chiffres des graphiques 1 et 3 d'une part, puis 2 et 4 d'autre part, d'établir la teneur en principes digestibles de ces mêmes aliments considérés tels qu'achetés, c'est-à-dire avec leurs déchets.

Dans une deuxième partie, nous étudierons les applications des principes que nous venons de poser.

J. Alquier,
Ingénieur-agronome,
Chimiste-expert près les Tribunaux,
Attaché au Laboratoire de recherches alimentaires
de la Cie générale des Voitures à Paris.

REVUE ANNUELLE DE CHIMIE PHYSIQUE

Peu de sciences ont un objet aussi étendu et, par suite, aussi peu défini que la Physico-Chimie ; cela présente, au point de vue de la classification dans les répertoires de Chimie, des difficultés qui vont grandissant chaque année. Dans les débuts, on convenait d'y faire entrer l'étude des relations stoechiométriques, l'application des principes de Thermodynamique aux réactions et aux équilibres chimiques et, d'une manière générale, tous les problèmes se rattachant à l'énergie mise en jeu dans la transformation chimique. Aujourd'hui que les méthodes et les théories physico-chimiques se sont imposées, non seulement aux physiciens et aux chimistes, mais aux physiologistes, aux biologistes, aux géologues, etc., si l'on voulait classer sous le titre « Physico-Chimie » tous les travaux dans lesquels ces méthodes et ces théories sont appliquées, comme cela se faisait il y a dix ans, nos revues déborderaient dans les autres sciences ; aussi l'arbitraire le plus absolu règne-t-il généralement. Les journaux consacrés aux analyses des travaux de Chimie adoptent chacun une classification différente. Il est fréquent qu'un même mémoire soit placé sous la rubrique « Physique » dans le *Centralblatt* de Rudolphi, sous la rubrique « Chimie inorganique » dans le *Centralblatt* de Berlin ou dans le *Bulletin de Paris*, et sous la rubrique « Chimie physique » dans le *Journal of the Chemical Society*. Ce dernier recueil semble avoir adopté le système le plus rationnel. Les travaux dans lesquels les méthodes physico-chimiques sont appliquées pour résoudre un problème quelconque de Chimie (inorganique, organique, analytique, physiologique, etc.) rentrent dans ces dernières disciplines, et la Physico-Chimie ne comprend plus que les relations nouvelles et l'étude de ces grands domaines, à peine défrichés, de l'ionisation des gaz, de la radio-activité et des fausses solutions. Pour le moment, ces derniers sujets d'étude relèvent plutôt de la Physique mathématique : la Stoechiométrie ne s'en est pas encore emparée. Ainsi défini, le champ de la Physico-Chimie se restreint considérablement.

Cette question de classification, qui devra être tranchée dans un avenir prochain, car elle complique singulièrement les recherches bibliographiques, ne pouvait être passée sous silence au début d'une revue des travaux de Chimie physique en 1906. Nous ajouterons encore que notre objectif a été surtout de donner, sous une forme très abrégée, un aperçu des principaux résultats expérimentaux acquis au cours de l'année dernière, en laissant de côté certains chapitres tels que la théorie moléculaire des fluides, la radio-activité, les fausses solutions, l'ionisation des gaz, qui ont déjà fait et feront encore l'objet de revues spéciales dans ce journal[1].

[1] Pour la bibliographie, nous renvoyons à l'Index des Périodiques publié par le *Journal de Chimie physique*, dont le classement par sujet et par ordre alphabétique de noms d'auteurs facilite bien les recherches.

I. — Stoechiométrie.

§ 1. — Poids atomiques.

L'année 1906 marquera dans le domaine des *poids atomiques*. Les méthodes physico-chimiques de détermination des poids atomiques, basées sur les densités « corrigées » des gaz, ont conduit à modifier la valeur indiquée par Stas pour l'azote. M. Ph.-A. Guye a mis en évidence ce fait que les poids atomiques les plus sûrs sont actuellement ceux qui sont reliés directement à O, C et Az. Le poids atomique de l'argent peut être calculé aussi de plusieurs manières; il devra être abaissé de 107,93 à 107,89, ce qui entraînera une correction du même ordre de grandeur sur tous les poids atomiques reliés à l'argent, c'est-à-dire sur la grande majorité de ceux-ci.

Les principales déterminations de poids atomiques effectuées en 1906 sont indiquées dans le tableau suivant :

ÉLÉMENTS	POIDS ATOMIQUES	BASES	OBSERVATEURS
Sodium . . .	23,008	Ag = 107.93	Richards et collaborateurs.
Cobalt . . .	58,997	»	
Chlore . . .	35,473	»	
Strontium. .	87.662	»	
Potassium. .	39,114	Cl = 35,473	Baxter et collaborateurs.
Iode	126,985	Ag = 107.92	
Brome . . .	79,953	»	
Manganèse .	54,96	»	
Cadmium . .	112,47	»	
Iode	126.89	O = 16	Gallo.
Terbium . .	159,22	O = 16 S = 32.06	Urbain.
Dysprosium.	162.5	» »	Urbain.
Tellure . . .	127,48	O = 16 Az = 14.01	Norris.
Bismuth . .	208.05		Mehler.
Tantale . . .	181,0		Hinrichsen et Sahlbom.

§ 2. — Pression osmotique.

Une contribution importante à la détermination des *poids moléculaires* par les *méthodes osmotiques* est apportée par Morse et Frazer. Ces observateurs continuent leurs recherches sur la détermination expérimentale des pressions osmotiques de solutions aqueuses de sucre avec la membrane de ferrocyanure de cuivre. Les précautions minutieuses apportées dans toutes les parties de ces expériences rendent celles-ci tout à fait remarquables. Il ressort des nouvelles valeurs que la pression osmotique d'une solution de sucre, même concentrée (jusqu'à 25 atmosphères), coïncide exactement avec la pression gazeuse qu'exercerait un gaz parfait à la même concentration moléculaire, à la condition d'exprimer cette dernière en molécules-grammes par unité de poids de dissolvant. Avec cette notation, on obtient une concordance parfaite entre l'abaissement cryoscopique du sucre dans l'eau, observé et calculé. Berkeley et Hartley ont annoncé récemment qu'ils avaient poursuivi ces mesures de pressions osmotiques jusqu'à 135 atmosphères et vérifié, dans ces conditions, les formules des gaz parfaits pour le calcul de ces pressions.

Les différentes théories concernant l'*osmose* ont aussi reçu l'appoint de nouvelles expériences. Battelli et Stefanini confirment partiellement la théorie de Moore, Jäger et Traube, d'après laquelle ce serait la différence des tensions superficielles de deux liquides (solutions) séparés par une membrane semi-perméable qui déterminerait le sens et la vitesse de l'osmose. Le passage du courant tendrait à égaliser les tensions superficielles des deux côtés de la membrane. L'influence spécifique de la membrane a été étudiée par Kahlenberg, qui vérifie et complète les observations de Raoult et G. Flusin : à savoir que le courant passe du liquide qui imbibe le mieux la membrane à celui qui l'imbibe le moins. Il y a toujours un courant en sens inverse, qui peut cependant être très faible. Dans ce cas, la membrane est dite semi-perméable. Le même observateur cite des cas où, non seulement la pression osmotique, mais même la direction de l'osmose varie par un changement de membrane. Il détermine la pression osmotique du sucre de canne et de quelques sels dans la pyridine, — le caoutchouc vulcanisé joue dans ces cas le rôle d'un semi-perméable parfait, — et constate que la loi des gaz ne s'applique pas, même d'une manière approchée. D'après cet observateur, le courant osmotique est déterminé par l'attraction réciproque des deux liquides et par l'attraction entre ceux-ci et la membrane.

Dans le même ordre de faits, Barlow constate qu'une membrane peut être perméable à une substance ou non, suivant la concentration de celle-ci, ou suivant le solvant.

Hudson remarque, après lord Kelvin et Helett, que l'augmentation de la pression extérieure agissant sur un liquide provoque un faible accroissement de la tension de vapeur, et *vice-versa*. Il vérifie que la diminution de pression nécessaire pour abaisser la tension d'un dissolvant de p à p' est précisément égale à la pression osmotique que possèderait une solution dont la tension de vapeur serait p'. Tout se passe comme si, dans la solution, le dissolvant était sous une pression interne négative tendant à le dilater.

L'incertitude qui règne sur la nature des pressions osmotiques diminue l'intérêt des nombreux Mémoires traitant de leur calcul. Kohnstamm, Spens, Bancroft, entre autres, s'en sont occupés. Le premier établit qu'il n'entre dans la formule que des grandeurs thermiques, tandis que le dernier y fait figurer la chaleur de dilution. Ce désaccord entre les formules existe depuis bien des années.

§ 3. — **Solutions.**

L'existence, dans les solutions, de combinaisons moléculaires — ou ioniques — entre le corps dissous et le dissolvant, de « solvates » pour employer un néologisme heureux, est très généralement admise. Les méthodes d'investigation ne sont cependant pas toutes concluantes. Jones accumule un grand nombre d'observations sur les abaissements cryoscopiques et les élévations ébullioscopiques de solutions concentrées de sels, — et de quelques composés organiques, — dans l'eau, les alcools méthylique et éthylique. Il calcule la composition des solvates d'après les anomalies cryoscopiques et ébullioscopiques; leur complexité diminue lorsque la température s'élève. Les ions peuvent aussi former des combinaisons; ceux qui possèdent le plus grand pouvoir hydratant ont le plus grand coefficient de température de la conductivité électrique.

Dans certains cas, la teneur en dissolvant de ces solvates diminuerait avec la dilution, ce qui, suivant une remarque de Biltz, est contraire à la loi des masses. C. Lewis explique aussi la variation de couleur avec la dilution de quelques solutions aqueuses ($CoCl^2$, $CaCl^2$, etc.) par une variation de l'hydratation; le nombre de molécules d'eau combinées est plus petit dans les solutions concentrées.

Les expériences de Lobry de Bruyn sur la combinaison des ions et du dissolvant ont été reprises et développées par Morgan et Kanolt. Buchböck, par une méthode presque semblable, constate que, pendant l'électrolyse de solutions diluées de HCl, l'ion Cl′ migre avec 4 H^2O et et l'ion H′ avec 1 H^2O.

S'appuyant sur ces expériences et sur diverses hypothèses, Bonsfield calcule le rayon, à diverses dilutions, d'un ion combiné avec nH^2O. Sutherland développe sa théorie d'après laquelle les cations transformeraient $(H^2O)^3$ en $(H^2O)^2$, tandis que les anions provoqueraient la transformation inverse,

La relation qui existe entre la viscosité η d'une solution et sa conductibilité λ a provoqué de nouvelles recherches de la part de Massoulier, de Jones et ses collaborateurs. Le produit $\eta\lambda$ est généralement constant pour un même dissolvant et un même électrolyte. Il ne l'est pas quand ces conditions ne sont pas remplies. D'après Walden, au contraire, le produit $\eta\lambda_\infty$ est constant pour tous les dissolvants.

§ 4. — **Propriétés additives et constitutives.**

L'étude des propriétés additives et constitutives est momentanément délaissée. A citer cependant la valeur d'un nouveau coefficient de réfraction atomique ($-\overset{|}{O}-$ = 2,73 pour la raie D), donnée par Homfray. Les *réfractions* et *dispersions moléculaires* (RM et ΔM) d'un grand nombre de composés, principalement acétyléniques, ont été déterminées par Moureu. Cet auteur a constaté des RM et ΔM anormales chez tous les corps de la série acétylénique. Il semble que, dans cette série, les RM ne constituent pas une propriété additive; la valeur expérimentale dépasse d'autant la RM calculée : 1° qu'il y a plus de radicaux électronégatifs dans la molécule; 2° que ceux-ci sont plus près d'une, ou surtout de deux triples liaisons; 3° que le dérivé acétylénique appartient à la série aromatique.

Hess vérifie la proportionnalité qui existe, dans les solutions, entre les écarts à la règle des mélanges appliquée aux densités et aux indices de réfraction.

Les *tensions superficielles* et leur application à la détermination des poids moléculaires des liquides par la méthode d'Eötvos, Ramsay et Schields ont fait l'objet de recherches de Carrara (liquides organiques), Zemplen (solutions d'électrolytes), Grunmach (gaz liquéfiés); d'après ce dernier auteur, l'azote et l'oxygène seraient tous deux polymérisés à l'état liquide; il en serait de même de HCl et PH^3, d'après Steele.

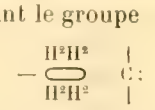
Le *pouvoir rotatoire* et les relations entre cette propriété et la constitution chimique ont suscité une vingtaine de travaux, surtout d'auteurs anglais. Thomas et H.-O. Jones ont entrepris à nouveau la vérification de la règle du produit d'asymétrie de Guye. Ils ont cherché des séries homologues dont aucun terme ne pût être polymérisé, et pour cela déterminé le pouvoir rotatoire des ions $(CH^3)(C^6H^5)Az(C^2H^5)(R)'$ et $(CH^3)(C^6H^5)Az(C^6H^4CH^3)(R)'$. Le produit d'asymétrie et le pouvoir rotatoire des séries homologues obtenues par le remplacement successif de R passent par un maximum sans qu'il y ait proportionnalité absolue entre les deux quantités. L'introduction d'une double liaison dans un des radicaux reliés au C asymétrique exalte le pouvoir rotatoire, surtout quand la double liaison est voisine du C asymétrique (Haller et March, Klages et Sautter); c'est un fait dont il faudra tenir compte pour une théorie complète du pouvoir rotatoire.

Chez les corps actifs de la série aromatique, la substitution en position ortho a le plus grand effet, celle en para le plus petit, sur la variation du pouvoir rotatoire (J.-B. Cohen et Armes). Des constatations analogues avaient été faites, il y a quelques années, par Guye et Babel.

D'après Winther, les variations du pouvoir rotatoire $[\alpha]$ avec la température sont, pour toutes les longueurs d'onde, proportionnelles aux variations du volume spécifique v; soit $\Delta(\alpha) = K\Delta v$. Lorsque la constante K a la même valeur pour le corps pur

et pour ses solutions, cela indiquerait l'absence de combinaison ou de réaction en solution.

Marckwald donne un second exemple d'un corps actif sans carbone asymétrique, au sens ancien du mot, mais contenant le groupe



c'est la confirmation des idées de Pasteur, d'après lequel le pouvoir rotatoire ne dépend que de l'absence d'éléments de symétrie dans l'édifice moléculaire.

Grossmann et ses collaborateurs continuent l'étude des variations de (α) avec la concentration, dans le cas de corps à très grand pouvoir rotatoire: ils expliquent l'allure des courbes par la dissociation et l'hydrolyse.

§ 5. — Formules empiriques.

Le chapitre des formules empiriques, ou d'expérience, s'est enrichi de quelques relations nouvelles :

L'une, de Wiebe, concerne le coefficient de dilatation cubique a, soit :

$$aT^2 = \beta\left(T = \text{température de fusion}, \beta = \frac{1}{213}\right).$$

Une autre, de Flavitzky, donne la relation entre le nombre de molécules N_0, N_{1n} des corps existant dans un cryohydrate, les abaissements des points de fusion t_0, t_1.. de chacun des corps pris par rapport au point de fusion du cryohydrate, et les poids moléculaires M_0, M_{1n} des composants.

La relation $N_0 t_0 M_0 = N_1 t_1 M_1$ permet de tirer des conclusions intéressantes sur la polymérisation des corps.

La formule de Mills, $L = (d^{1/3} - D^{1/3})$, — dans laquelle L est la chaleur latente de vaporisation d'un liquide diminuée du travail extérieur, d et D les densités du liquide et de la vapeur saturée prises à la même température que L, — a été vérifiée pour dix nouvelles substances.

II. — Cinétique chimique.

§ 1. — Réactions générales.

Les travaux ont été moins nombreux en 1906 que les années précédentes, et le fait n'a rien que de naturel ; le plus grand nombre des réactions simples ou faciles à suivre analytiquement ont été étudiées, et l'on se heurte, dans les cas plus compliqués, à des difficultés expérimentales ou mathématiques qui restreignent le champ de recherche.

Les *réactions successives*, du type $M_1 \rightleftarrows M_2 \rightleftarrows M_n$ conduisent à des équations différentielles impossibles à intégrer. Rakowski en a donné la résolution, par approximation, pour quelques cas simples; il constate, après d'autres, que « cette partie de la Cinétique chimique finit dans un cul-de-sac mathématique ». De Lury donne également une méthode d'intégration de ces équations, par approximation et avec le secours du planimètre. Kaufler traite expérimentalement un cas particulier d'une réaction de ce type : la saponification par KOH de $C^{10}H^6(CAz)^2$. Comme c'est toujours le cas, la première réaction (saponification du premier CAz) s'effectue avec la vitesse la plus grande. L'équation est simplifiée lorsque l'un des corps (KOH) est en excès tel que les deux réactions sont pratiquement du premier ordre. La constante de vitesse calculée, toujours par approximation, a donné de bonnes valeurs.

Bray discute des cas dans lesquels on peut admettre la formation de « corps intermédiaires ». Lors de l'oxydation de l'ion I′ par H^2O^2, $K^2S^2O^8$, HIO^3, CrO^3, etc., le corps intermédiaire est IO′, dont le potentiel d'oxydation est plus faible que celui de $IO^{3\prime}$.

Dans la réduction de ClO^2 par I, $AzO^{2\prime}$, Zn, etc., le corps intermédiaire est ClO′.

La formation d'un corps intermédiaire instable, mais pouvant cependant être isolé, a été prouvée par Friend dans la réaction : $H^2O^2 + K^2S^2O^8 = 2KHSO^4 + O^2$.

Bredig continue l'étude de la cinétique des réactions dans l'acide sulfurique concentré. La réaction $(COOH)^2 = CO^2 + CO + H^2O$ est si fortement paralysée par des traces d'eau, que l'on possède, dans la détermination de la constante de vitesse de cette réaction, une méthode plus sensible qu'aucune autre pour déceler l'eau dans H^2SO^4. La même réaction, qui dure quarante minutes dans un acide à 0,1 % d'eau, s'effectue en vingt heures en présence de 0,6 % d'eau. L'eau paralyse du reste toute une série de réactions.

L'oxydation de l'hydrogène par l'acide sulfurique concentré a été étudiée par Milbauer. En l'absence de catalyseurs, la réaction ne peut être décelée qu'à partir de 105°. Les métaux nobles, Os, Pd, Pt, les sulfates de Hg, Ce, La, Nb catalysent positivement, les sulfates alcalins négativement. En présence de Hg, la réaction est déjà appréciable à la température ordinaire. Cette observation a son importance pratique pour les manipulations avec l'hydrogène pur. L'eau en petite quantité (< 9 %) ne modifie pas la réaction. Elle ne modifie pas non plus la décomposition de Az^2O ; cette réaction dimoléculaire a été suivie par Hunter, entre 300° et 900°. D'après Jahn, la décomposition de l'ozone est du deuxième ordre ; la réaction dont la vitesse est mesurée semble être : $O^3 + O = 2O^2$.

Bodenstein et Plotnikow ont déterminé la vitesse de la réaction dimoléculaire $C^2H^4 + Br^2 = C^2H^4Br^2$ à — 78° ; le coefficient de température (entre — 78° et 98°) de cette réaction est considérable.

Un autre coefficient de température anormal est celui de la réaction $CCl^3COOH = CHCl^3 + CO^2$ dans l'aniline; Goldschmidt et Brauër l'ont trouvé égal à 4,47.

La saponification de l'éther diazoacétique est catalysée par les ions H; cette réaction est, d'après Bredig, plus sensible que l'inversion du sucre et se prête mieux à la détermination de la concentration des ions H.

La silice catalyse l'oxydation de CO; ce dernier corps, qui paralyse un si grand nombre de réactions, agit aussi comme catalyseur négatif dans les réactions où il prend lui-même part (Bodenstein).

La vitesse de racémisation a fait l'objet de plusieurs recherches; elle suit presque toujours la loi des réactions monomoléculaires (Winther, Wedekind).

En Chimie organique, Holdermann a étudié l'influence du catalyseur sur la sulfonation et la nitration. On n'obtient pas les mêmes dérivés en l'absence d'un catalyseur qu'en présence de celui-ci (Hg).

Lœb et ses collaborateurs continuent l'étude des réactions pyrogénées, dans lesquelles on obtient des dérivés non saturés ou condensés à partir des dérivés saturés. Quelques-unes de ces réactions suivent un schéma simple.

Menschutkin sen. a résumé dans un travail de fond de longues recherches, destinées à devenir classiques, sur les séries polyméthyléniques. Peu de mémoires donnent autant que celui-ci l'impression de la précision que l'étude cinétique des réactions a introduite dans le domaine de la Chimie organique. Une des conclusions est que, de deux corps identiques, comme nombre de C et composition, dont l'un est à chaîne ouverte et l'autre un dérivé polyméthylénique, le second réagit toujours plus rapidement. La différence est la plus marquée pour les noyaux à 5, puis 6 carbones; elle est la plus faible pour les noyaux à 7 carbones. La vitesse de réaction diminue lorsque le poids moléculaire augmente, aussi bien pour les corps à chaîne ouverte que pour les noyaux.

Pickard, Littlebury et Neville ont étudié l'action de la *l*-menthylcarbimide sur 14 alcools; ceux-ci se classent, d'après leurs vitesses de réaction, sensiblement dans l'ordre indiqué par Menschutkin pour la réaction : anhydride acétique et alcools en solution benzénique.

Il y aurait lieu de mentionner encore un grand nombre de vitesses de réactions isolées dont on trouvera la mention bibliographique dans le répertoire du *Journal de Chimie physique*.

§ 2. — Réactions photochimiques.

C'est un des chapitres à l'ordre du jour dans lequel les travaux sont chaque année plus nombreux. Divers chimistes étudient les synthèses, copulations, condensations, transformations stéréochimiques des corps organiques, s'effectuant irréversiblement sous l'influence prolongée de la lumière.

Ciamician et Silber ont continué leurs recherches, entreprises depuis plusieurs années, et récapitulé les résultats obtenus à ce jour. Les travaux de Benrath, Chattaway, Ciusa, Szilard, sont dans la même direction. Parmi les réactions inorganiques, la dissociation réversible de l'ion $Fe(CAz)^6$ quadrivalent en 6CAz et Fe décelable analytiquement, a été étudiée par Foster, après Berthelot et Haber. La dissociation photochimique réversible des iodures alcalins dissous dans quelques liquides organiques a été suivie par Nicollier et Dutoit.

En ce qui concerne la théorie des réactions photochimiques, il faut mentionner les publications de Trautz, lequel a montré, contrairement à ce qui était admis jusqu'à maintenant, que la lumière peut, dans certains cas, ralentir les vitesses de réaction et jouer ainsi le rôle de catalyseur négatif. Il existe des cas où une réaction est catalysée par une partie du spectre et paralysée par l'autre. La règle serait que, lorsqu'une réaction est accompagnée de « luminescence », la radiation émise catalyse positivement (à comparer avec la loi de Grotthus). Le même auteur a trouvé pour valeurs des coefficients de température des vitesses de diverses réactions photochimiques des nombres compris entre 2,4 et 3,5, alors que la plus forte valeur connue jusqu'ici était 1,40.

Luther, qui, en 1905, avait publié une remarquable étude sur la transformation réversible de l'anthracène en dianthracène, et établi, pour l'expression mathématique de cette réaction, une théorie d'après laquelle la vitesse des réactions photochimiques serait proportionnelle à l'intensité lumineuse et à la première puissance de la concentration du corps « actif », a repris les expériences de Slator. Il a pu établir, en collaboration avec E. Goldberg, que la chloruration photochimique du benzène, dont la vitesse paraissait être proportionnelle à la deuxième puissance de la concentration en chlore, est en réalité une réaction plus compliquée qu'on ne l'admettait, et que l'oxygène de l'air y intervient et se comporte comme un catalyseur négatif. Ce rôle paraît être général pour toutes les chlorurations. Les périodes d'induction et de déduction connues depuis plus d'un siècle

seraient simplement dues à des variations de la concentration de l'oxygène.

Cette action semble même plus générale, d'après d'autres recherches indépendantes; ainsi Bach constate que la réduction photochimique de l'acétate d'uranyle est catalysée lorsque l'oxygène est chassé par un courant de CO^2. Burgess et Chapman admettent aussi que la période d'induction qui existe, quand un mélange d'H et de Cl humides est soumis à l'action de la lumière, est due aux impuretés présentes. Lorsque le mélange est parfaitement pur, il n'y a pas d'induction.

Wildermann poursuit ses études tendant à démontrer que le potentiel chimique d'un corps est différent à la lumière et à l'obscurité. Il confirme par de nouvelles expériences, dont le détail n'est malheureusement pas donné, son postulat : Tout équilibre entre deux états de la matière est, à volume constant et sous l'influence de la lumière, déplacé dans le sens qu'accompagne la plus grande absorption de lumière. On peut envisager aussi ce postulat comme un cas particulier du théorème fondamental de Le Chatelier (opposition de la réaction à l'action).

III. — Equilibres chimiques.

La formule (I) : $\frac{d.\ln K}{dT} = \frac{Q}{RT^2}$ ne permet de représenter les valeurs de la constante d'équilibre K que dans un intervalle limité de température, par suite de la variation de la chaleur de réaction Q avec la température. Si l'on exprime Q en fonction de T suivant une série, et que l'on introduise celle-ci dans (I), l'on obtient, après intégration, une constante dont la valeur ne pouvait être calculée. Nernst a fixé cette valeur en posant $\frac{dA}{dT} = \frac{dQ}{dT}$ aux environs de $T = 0$, ce qui n'est rigoureusement exact que pour $T = 0$. Il arrive ainsi à représenter par une formule unique toute la courbe d'un équilibre. Cette relation est trop récente et le matériel de vérification encore trop restreint pour qu'on soit fixé sur les applications dont elle est susceptible.

La détermination expérimentale des constantes d'équilibre dans tous les domaines de la Chimie et des sciences biologiques, l'analyse des courbes de fusion, de vaporisation, de solubilité de mélanges à deux, trois ou plusieurs composants, offrent encore un champ de recherches immense. C'est par centaines qu'on compte, dans la seule année 1906, les mémoires s'y rattachant.

Il serait difficile de tout citer, même en passant sous silence les travaux dont l'objet n'est pas exclusivement chimique.

Les analyses des courbes de fusion des mélanges binaires de corps simples, jointes à l'étude micrographique des fontes et des alliages, ont été nombreuses; plusieurs sont des 2e ou 3e vérifications de travaux antérieurs. Nous résumons dans le tableau suivant les résultats obtenus; une moitié provient du laboratoire de Tammann :

COMPOSANTS	COMBINAISONS DÉCÉLABLES par la courbe de fusion	OBSERVATEURS
Mg-Sn	Mg^2Sn	Kurnakow et Stepanow.
Mg-Pb	Mg^2Pb	
Mg-Te	Mg^3Tl^2, Mg^2Tl, Mg^6Tl^3	Grube.
Mg-Na	0	Mathewson.
Mg-Cd	MgCd	Grube.
Mg-Zn	$MgZn^2$	Grube.
Mg-Bi	Mg^3Bi^2	Grube.
Mg-Sb	Mg^3Sb^2	Grube.
Mg-Ag	MgAg, Mg^3Ag	Schemtschuschny.
Al-Sb	AlSb	Tammann.
Al-Na	0	Mathewson.
Al-Bi	0	Gwyer.
Al-Zn	0	Gwyer.
Al-Tl	0	Dœrinckel.
Zn-Na	ZnNa	Mathewson.
Zn-Au	Zn^2Au, Zn^5Au^3, ZnAu	Vogel.
Zn-Ag	Zn^5Ag^3, Zn^3Ag^2, ZnAgα et β, Zn^2Ag^3	Petrenko.
Zn-Sb	Zn^3Sb^2, ZnSb	Schemtschuschny.
Cd-Au	Cd^3Au, Cd^3Au^4	Vogel.
Cd-Na	Cd^5Na, Cd^2Na	Matewson.
Cd-Cu	Cd^3Cu^2, $CdCu^2$	Sahmen.
Cd-As	Cd^3As^2	Schemtschuschny.
Cd-Sb	(Cd^3Sb^2), CdSb	Treitschke.
Sb-Ni	SbNi, Sb^2Ni^3, Sb^5Ni^4, $SbNi^4$	Lossew.
Sb-Tl	0	Williams.
Sb-Sn	0	Gallagher.
Sb-Ag	$SbAg^3$	Petrenko.
Sb-Au	Sb^2Au	Vogel.
Sb-As	0	Schemtschuschny.
Sb-Na	SbNa, $SbNa^3$	Mathewson.
Sb-Te	Sb^2Te^3, Sb^5Te^2, $SbTe^{10}$	Pélabon.
Sb-Se	Sb^2Se^3, Sb^2Se^7	Pélabon.
Sn-Na	Sn^2Na, SnNa, Sn^3Na^4α et β, $SnNa^2$, $SnNa^4$	Mathewson.
Sn-As	Sn^3As^2	Schemtschuschny.
Sn-Cu	$SnCu^3$	Shepherd et Blough.
Fe-Mn	0	Lewin et Tammann.
Fe-Si	Fe^2Si, FeSi	Guertler et Tammann.
Ag-Tl, Bi	0	Petrenko.
Cu-Tl	0	Dœrinckel.
Cu-As	Cu^3As, Cu^5As^2	Friedrich.
Na-Pb	Na^4Pb, Na^2Pb, NaPb, Na^2Pb^5	Mathewson.
Na-Bi	Na^3Bi, NaBi	Mathewson.
S-Pb	PbS	Friedrich et Leroux.
S-Rb	Rb^2S^2, Rb^2S^3, Rb^2S^4, Rb^2S^5, Rb^2S^6	Biltz et Wilke.
S-Cs	Cs^2S^3, Cs^2S^5	Biltz et Wilke.
S-As	S^3As^4	Borodowski.
S-P	S^5P, S^3P^2, S^3P^3, S^3P^4	Giran.
S-Fe	(Voir diagramme)	Treitschke et Tammann.
S-Bi	S^3Bi^2 (pas de BiS)	Aten.
Si-Ni	(Si^3Ni^2), $SiNi^3$α et β, (Si^2Ni^3), SiNi, $(SiNi^3)$, Si^2Ni	Guertler, Treitschke et Tammann.
Si-Mn	SiMn, $SiMn^3$	Dœrinckel.
P-Cu	PCu^3	Heyn et Bauer.

De l'ensemble des observations faites jusqu'ici sur les combinaisons des corps simples entre eux, Tammann conclut : 1° que les éléments d'un groupe (Cu, Ag, Au), (Zn, Cd, Hg), etc. ne forment pas de combinaisons entre eux; 2° qu'un élément se combine avec tous les termes d'un groupe na-

turel ou avec aucun. Ces règles présentent quelques exceptions (Ni^2Fe, BrI, etc.).

Les alliages Fe — C ont fait l'objet d'une étude de Charpy, qui constate que la solidification de l'eutectique : cémentite-cristaux mixtes, a lieu à 1.150° et non à 1.050° : le graphique de Roozeboom est à modifier de ce fait. Benedicks publie également un diagramme modifié, tenant compte de ce que la cémentite, combinaison endothermique, est en équilibre instable.

L'analyse des courbes de fusion dans le cas des composants $PbCl^2$ — PbO indique trois combinaisons seulement, soit 1, 2 et 4 mol. de PbO pour 1 $PbCl^2$ (Ruer). Pour les cas des composants H^2O — $HClO^3$, 5 hydrates avec 1, 2, 2 1/2, 3 1/2 et 3 mol. d'eau (van Wyk).

Une série de travaux de von Narbutt, Aten, Kremann, est consacrée à la détermination, par la même méthode, des combinaisons moléculaires de composés organiques, phénols, anilines, pyridine, nitro-dérivés, etc.

L'analyse des courbes de fusion, jointe à celle des courbes de vaporisation, a été appliquée dans plusieurs cas. En Chimie inorganique, les combinaisons IBr (Meerum Terwogt) et S^2Cl^2, SCl^2, SCl^4 (Aten) ont été déterminées ainsi une fois de plus.

Un des chapitres les plus importants de la Mécanique chimique appliquée consiste dans la fixation exacte des constantes d'équilibre intéressant l'industrie; Nernst et ses collaborateurs ont fixé la constante de l'équilibre $\frac{C^2_{AzO}}{C_{Az}.C_{O_2}}$ et celle des deux vitesses de réaction qui y conduisent. Ces constantes n'étaient que très approximativement connues jusqu'ici; elles sont maintenant fixées entre 1.500° et 3.000°.

Le même auteur, en collaboration avec von Wartenberg, a repris l'étude des équilibres :

$$2H^2O \rightleftarrows 2H^2 + O^2 \quad \text{et} \quad 2CO^2 \rightleftarrows 2CO + O^2,$$

à différentes pressions et entre les températures de 1.000° et 2.250°. M. Langmuir a également déterminé ces équilibres; il obtient des valeurs qui sont en général de 10 °/₀ plus faibles, dans le cas de l'eau, et de 7 °/₀ plus faibles, dans le cas de CO^2, que les valeurs indiquées par Nernst. Ces dernières valeurs étaient elles-mêmes environ moitié plus faibles que celles que l'on calculait d'après les données de Sainte-Claire Deville et Le Chatelier. Il est à remarquer que la force électromotrice de la pile à gaz tonnant, calculée à partir de la dissociation de l'eau à la température ordinaire (extrapolation des observations de Nernst), donne 1.225 volts, en concordance remarquable avec la nouvelle valeur de Lewis.

Les constantes des équilibres :

$$Ca(OH)^2 \text{ solide} + SO^{4''} \rightleftarrows CaSO^4 \text{ solide} + 2OH'$$

et

$$Ca(OH)^2 \text{ solide} + CO^{3''} \rightleftarrows CaCO^3 \text{ solide} + 2OH'$$

ont été fixées, dans le premier cas, par Herold, dans le second, par Bodländer. La réaction est presque totale quand on remplace $Ca(OH)^2$ par $Sr(OH)^2$.

Parmi les équilibres des systèmes à trois composants indépendants, il faut encore mentionner la réaction classique :

$$BaSO^4 + K^2CO^3 \rightleftarrows BaCO^3 + K^2SO^4,$$

dont l'étude a été reprise par Meyerhoffer, ainsi que les réactions :

$$BaSO^4 + K^2CrO^4 \rightleftarrows BaCrO^4 + K^2SO^4,$$

$$BaCO^3 + K^2CrO^4 \rightleftarrows BaCrO^4 + K^2CO^3,$$

étudiées par Scholtz et Abegg. Enfin, van t'Hoff et ses collaborateurs (d'Ans, Blasdale, Farup) continuent à accumuler l'énorme matériel expérimental nécessaire pour élucider la question de la formation des dépôts salins océaniques. Les régions d'existence de la calcite borosodique, du pentaborate tricalcique, de la polyhalite, la formation de la tachhydrite, du borax octaëdrique, l'étude de l'anhydrite, de la syngénite, de la glaubérite, de la krugite à 83° représentent l'apport dans ce domaine en 1906.

Les tensions gazeuses de décomposition d'un certain nombre de substances ont aussi été déterminées par Lewis ; celles de l'oxyde d'argent, qui intéressent l'électrochimie, ont été fixées entre 300° et 450°.

L'influence de la pression sur les équilibres hétérogènes a fait l'objet de recherches de Briner, qui a étudié, à ce point de vue, les systèmes :

$$AzH^3 \text{ gaz} + H^2S \text{ gaz} \rightleftarrows AzH^4HS \text{ sel}; \; CO^2 \text{ gaz} + 2AzH^3 \text{ gaz} \rightleftarrows CO^2(AzH^3)^2 \text{ sel}; \; PH^3 \text{ gaz} + HCl \text{ gaz} \rightleftarrows PH^4Cl \text{ sel},$$

en leur appliquant avec succès les lois de la Statique chimique.

Un très grand nombre de mémoires traitent de la détermination des combinaisons et des équilibres en solution, par la méthode des solubilités. Une étude de fond sur les chromates alcalins par Schreinemakers est à citer dans ce domaine.

L'*hydrolyse* a fait aussi l'objet de plusieurs recherches. Denison et Steele ont établi une nouvelle méthode qui utilise leur appareil pour la détermination des nombres de transport. Naumann et Müller ont aussi créé une méthode pour mesurer le degré d'hydrolyse des sels ammoniacaux, par distillation de la solution dont on maintient cependant le volume constant. Cette méthode a été perfectionnée par Abel.

La question des *pseudo-acides* a soulevé une discussion théorique qui se prolonge (Hantzsch, Euler). La vitesse d'inversion du sucre en présence de quelques-uns de ces pseudo-acides a été déterminée par Torrese.

IV. — Électrochimie.

La théorie de la dissociation électrolytique, appliquée aux dissolvants autres que l'eau, semblait en défaut dans beaucoup de cas ; les recherches publiées en 1906 restreignent toujours plus le nombre des exceptions à la loi, en même temps qu'elles la précisent. Walden a terminé la publication d'un travail d'ensemble sur les « ionisants » organiques. Les conductivités d'un même sel, — l'iodure de tétréthylammonium, — dans 40 dissolvants ont été déterminées à deux températures et à différentes concentrations, ainsi que les viscosités et coefficients de température de la viscosité. Les lois approchées suivantes ont été établies : 1° Les concentrations auxquelles un même sel est également dissocié dans divers dissolvants sont inversement proportionnelles à la troisième puissance des constantes diélectriques des dissolvants ; 2° Le produit de la conductivité moléculaire limite par le coefficient de température de la conductivité est constant pour tous les dissolvants ; 3° Les solutions saturées d'un même sel, dans différents dissolvants, ont le même degré de dissociation. Dutoit et ses collaborateurs ont déterminé les conductivités de solutions extrêmement diluées d'électrolytes binaires dans 12 dissolvants organiques et inorganiques. Dans tous les cas, on arrive à une valeur limite absolument constante ; l'anhydride sulfureux ne fait pas même exception. La loi de Kohlrausch est vérifiée, la loi de dilution d'Ostwald s'applique aussi à partir d'une certaine dilution. La dissociation est, dans un même dissolvant, une propriété additive.

Les conductivités dans le succinonitrile, déterminées par Bruni et Manuelli, sont considérables, bien que ce dissolvant polymérise les alcools, acides, etc., organiques.

Dans les acides chlorhydrique, bromhydrique, iodhydrique liquéfiés, dans l'hydrogène sulfuré et phosphoré, la conductivité des solutions diminue avec la dilution (Steele, Mc Intosh et Archibald).

Il en est de même de KI en solution dans l'iode Lewis et Wheeler), ainsi que des solutions d'une combinaison de la diméthylpyrone et de l'acide trichloracétique dans le bromure d'éthylène, le chloroforme et le benzène (Plotnikoff).

Une étude théorique de Brillouin est consacrée à la discussion des conditions d'équilibre d'une molécule dans un champ électrique, de l'action électrique entre deux ions dans un milieu de constante diélectrique donnée. La relation entre le pouvoir dissociant d'un liquide et sa constante diélectrique est moins simple que celle indiquée par Nernst et Thomson, ou trouvée expérimentalement par Walden.

Les déterminations de nouvelles constantes électrochimiques ont été relativement peu nombreuses. Le potentiel de l'électrode d'oxygène a été fixé à nouveau par Lewis, celui de quelques peroxydes par Mazzuchelli et Barbero. En solution acide, les potentiels des peroxydes sont, à l'exception de l'acide persulfurique, presque identiques à celui de l'eau oxygénée. Maitland fixe le potentiel de $I^2 \rightarrow 2I'$ et $Fe^{\cdots} \rightarrow Fe^{\cdot\cdot}$.

Les constantes de dissociation de bases cycliques (Dedichen), d'indicateurs (Salm), d'acides monobasiques non saturés (Fichter et Müller) ont été obtenues par différentes méthodes (conductivité, colorimétrie, inversion du sucre et saponification).

Depuis les travaux de Brochet et Petit, ainsi que de Pearce et Couchet, de nombreuses recherches, théoriques et expérimentales, sont consacrées à l'électrolyse par le courant alternatif. Gundry étudie l'influence de la fréquence sur le rendement, dans un long mémoire impossible à résumer, Broca et Turchini les variations de résistance d'un électrolyte pour les courants de haute fréquence.

La vitesse des réactions électrochimiques suit les lois des réactions hétérogènes établies pour ce cas par Nernst. Le même auteur et Merriam donnent un nouvel exemple tiré de l'étude des courants résiduels (Reststrom). Farup étudie la vitesse de réduction électrolytique de l'azobenzène, qui tend vers l'ordre $\frac{1}{2}$ lorsque l'agitation de l'électrolyte est intense ; Lewis et Jackson la vitesse de séparation de H sur Hg ($2\,H = H^2$).

Le chapitre des préparations par l'électrolyse devient de plus en plus vaste. En Chimie organique, les oxydations, les réductions et les condensations ont fait l'objet d'un nombre considérable de recherches, dont la plupart se trouvent consignées dans les publications des offices de brevets. En Chimie inorganique, les travaux, moins nombreux, sont peut-être plus importants encore par leurs applications industrielles.

D'excellentes revues en ont été publiées par la *Zeitschrift für Elektrochemie* et sont résumées dans le classique *Jahrbuch für Elektrochemie*. Nous nous bornerons à signaler ici les travaux qui se poursuivent, dans une direction à la fois théorique et pratique, aux laboratoires de Fœrster et de Guye, sur l'électrolyse des chlorures alcalins.

Paul Dutoit.
Professeur à l'Université de Lausanne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Santerre (S.). — **Psychologie du Nombre et des Opérations élémentaires de l'Arithmétique**, *avec une préface de* M. le Dr Pierre Janet. — 1 *vol. gr. in-8° de* xiv-178 *pages. Octave Doin, éditeur. Paris*, 1907.

Depuis quelques années, les ouvrages sur la Philosophie des Mathématiques foisonnent. Celui-ci se distingue de la plupart des autres en ce qu'il s'attaque seulement aux notions les plus élémentaires. Il le fait en un style simple et précis, avec un soin extrême de définir exactement chaque terme employé, chaque notion nouvelle introduite. Dans sa longue préface, M. Janet dit avec grande raison que, si le sujet est mathématique, l'esprit du livre est entièrement psychologique. Il en profite pour effectuer une charge énergique (suivant la mode) contre l'intuition, et pour développer des théories sur lesquelles, à notre avis, il y aurait beaucoup à dire; mais c'est du livre, et non de la préface, que nous voulons parler ici.

Il se divise en deux parties : *Phénomènes et systèmes de phénomènes*; *Le nombre et les opérations élémentaires de l'Arithmétique*. La première comprend quatre chapitres : *Notions pychologiques fondamentales, Relations fondamentales entre les faits de conscience, Etude du système, Relations entre les systèmes.*

Les deux chapitres dont se compose la seconde partie sont intitulés : *Le nombre, Opérations élémentaires sur les nombres.* C'est surtout de ceux-là qu'il convient de parler. La définition du nombre, trop longue pour pouvoir être reproduite, est purement verbale et conventionnelle. Celle de l'égalité consiste en l'énonciation de deux mots séparés par le mot *égal*, ou de deux signes A, B, séparés par le signe =. Cet ordre d'idées conduit à des propositions qui apparaissent comme des truismes aux mathématiciens vulgaires. Par exemple, il faut plus d'une demi-page pour établir que A = A. Citons encore ce théorème : « L'addition d'un même nombre à des nombres égaux entre eux donne des résultats égaux ».

En somme, cette philosophie mathématique, soi-disant fondée sur l'observation psychologique, dédaignant l'intuition et prétendant repousser tout emprunt à la considération du monde extérieur, nous paraît reposer sur un sophisme fondamental. Les paroles mêmes que je prononce, les signes que je trace, font partie du monde extérieur, aussitôt ces paroles prononcées et ces signes tracés. S'imaginer, par le plus subtil raffinement, qu'on peut s'en passer, est une pure illusion. Et puis, le malheur, c'est qu'il faut employer des mots pour exprimer les idées; et certains de ces mots, comme *premier*, *dernier* notamment, révèlent la pétition de principe, d'ailleurs inévitable[1]. Je crois que, dans cette direction, on ne fera faire de progrès ni à la science mathématique, ni à la psychologie.

Il n'en est pas moins vrai qu'une œuvre comme celle-ci, bien écrite et consciencieuse, mérite d'attirer l'attention des esprits déjà formés, ne fût-ce que pour les fortifier dans la doctrine contraire, en les obligeant à réfléchir. Il faut seulement veiller à ce que de telles théories ne pénètrent pas dans l'enseignement, où elles produiraient de véritables désastres, en semant le scepticisme et le dégoût, en rendant obscur ce qui est clair.

Ce qu'il faut louer sans réserve, par exemple, c'est la pensée très juste qu'exprime M. Santerre à la fin de son ouvrage, lorsqu'il dit que « la notion d'égalité, de somme, de produit et de quotient, ne s'applique pas seulement au nombre, mais peut être étendue à tout système de grandeurs ». Rien n'est plus vrai, mais avec des restrictions, toutefois, lesquelles sont inhérentes à la nature même des choses. Si l'auteur, sortant du domaine des nombres entiers de l'Arithmétique, avait simplement envisagé les imaginaires ordinaires de l'Algèbre, il aurait constaté que, si deux quantités sont inégales, cela ne veut pas dire que l'une soit plus petite ou plus grande que l'autre; en considérant les quaternions, il aurait reconnu que la multiplication n'est plus commutative, tout simplement parce que l'addition sphérique ne l'est pas non plus.

Dans l'ordre d'idées où est orienté l'auteur, on finit par aboutir à cette définition de la science mathématique : C'est une science où l'on étudie des choses qu'on ne connaît pas, et où l'on ne sait pas si ce qu'on dit est vrai.

J'estime qu'il y a mieux à faire, que les mathématiciens gagneraient à un retour vers l'intuition et le bon sens, n'excluant nullement la rigueur, grâce à un contrôle raisonnable; et que la Psychologie avancerait plus rapidement si elle usait plus largement de la méthode expérimentale, au lieu de se fondre dans une métaphysique nuageuse et de se jeter dans des subtilités rappelant celles des sophistes d'autrefois.

C.-A. Laisant,
Examinateur d'admission à l'École Polytechnique

2° Sciences physiques

Cotton (A.), *Chargé de Cours à l'Université de Paris*, et **Mouton** (H.), *Docteur ès sciences, Attaché à l'Institut Pasteur.* — **Les Ultramicroscopes et les Agents microscopiques.** — 1 *vol. in-8° de* 232 *pages.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Masson, éditeur. Paris*, 1907.

Le grand intérêt que les biologistes attachent à tout moyen qui leur permet d'apercevoir de plus fins détails de structure, et l'intelligence du rôle important que doivent tenir les colloïdes dans les sciences physiques et naturelles, ont récemment attiré l'attention sur certaines questions de technique et de théorie qui se trouvent liées si étroitement, malgré leur diversité apparente, qu'on ne peut étudier l'une d'elles sans se trouver logiquement amené à étudier les autres.

C'est ainsi qu'il est impossible de s'intéresser aux *solutions colloïdales* sans chercher à connaître les moyens qui permettent de percevoir directement leur fine structure granuleuse. Cela conduit à étudier la *théorie physique du microscope* et à discuter la *limite de visibilité des objets microscopiques.* Quand cette discussion aura montré que, par un éclairage convenable, on peut encore voir des objets bien après qu'ils sont devenus trop petits pour qu'on en puisse distinguer la forme (de la même façon qu'on « voit » les étoiles), on voudra connaître les propriétés des *particules ultramicroscopiques* ainsi découvertes. Il sera impossible, alors, de ne pas observer qu'elles s'agitent spontanément d'une façon parfaitement irrégulière, et l'on sera amené à étudier les caractères, si curieux, du *mouvement brownien.*

[1] A l'appui de cette observation, il est bon de citer textuellement la phrase suivante (page 103), qui précède la définition du nombre (p. 106) :

« Dans la première partie de ce travail, j'ai mis en lumière dix-huit notions, tirées uniquement de l'observation psychologique. »

Comment l'auteur ne s'est-il pas aperçu qu'en écrivant le mot *dix-huit*, il postule ce qu'il va plus tard définir?

Revenant alors à ces milieux troubles, tels que l'eau de savon ou les « verres d'or », dont on avait commencé par suspecter l'homogénéité, on verra sans peine que l'*état colloïdal* est caractérisé par l'existence de granules ultramicroscopiques en suspension dans le dissolvant. La structure granulaire ainsi perçue directement permettra d'*expliquer simplement beaucoup de propriétés des colloïdes*. Il sera, en particulier, intéressant d'observer sur chaque granule le phénomène élémentaire qui se traduit macroscopiquement par la *coagulation* de la solution ou par son *transport* dans le champ électrique.

Certains problèmes de Physique pure se poseront en cours de route, et recevront une solution plus ou moins complète. La polarisation de la lumière par les granules, la manière dont ils se comportent dans un champ magnétique, sont, à ce point de vue, particulièrement intéressantes.

Enfin, on désirera connaître ce que la *Biologie* a déjà gagné et ce qu'elle peut espérer de gagner par ces techniques et par ces théories. Et l'on sera ainsi conduit à parler, par exemple, de *diastases*, de *toxines* ou de *microbes ultramicroscopiques*.

Tel est l'ensemble des questions dont MM. Cotton et Mouton ont condensé l'exposition dans le petit livre que nous présentons aux lecteurs de la *Revue*. Ils l'ont fait d'une façon particulièrement claire et simple, aisément accessible à tous ceux qui s'intéressent aux sciences physiques et naturelles sans être pourtant des spécialistes. Mais cette clarté n'est pas la clarté illusoire à laquelle atteignent trop de prétendus vulgarisateurs en masquant les difficultés qu'ils devraient signaler; nulle part elle n'a été obtenue aux dépens de la sincérité scientifique.

Le lecteur notera qu'un grand nombre de réflexions ou d'observations sont l'œuvre personnelle des auteurs. Dans le chapitre Ier, par exemple (Théorie du microscope), la théorie de lord Rayleigh a subi plusieurs simplifications et retouches; dans le chapitre III (Appareils ultramicroscopiques), on verra, malgré l'impartialité avec laquelle sont décrits les différents procédés d'observation, que l'appareil de beaucoup le plus simple est dû aux auteurs.

La seconde partie du chapitre IV (Etude des dépôts d'argent, émulsion de Lippmann, gélatines colorées par l'or et l'argent) est entièrement personnelle. On voit ici, pour la première fois, que l'argenture est fondée sur certaines propriétés des colloïdes.

Je signalerai encore comme originales et particulièrement intéressantes les observations sur les phénomènes qui précèdent la coagulation : en admettant que les granules s'immobilisent seulement quand ils se touchent, j'avais dit que les grains visibles dans les coagulums (donc séparés par le microscope) doivent être eux-mêmes des agglomérations. MM. Cotton et Mouton ont vu que souvent les granules agissent à distance appréciable les uns sur les autres, et que l'agglutination peut déjà exister entre granules dont la distance est de l'ordre du micron.

Le transport électrique des colloïdes, connu macroscopiquement, a été vu pour la première fois au microscope par les auteurs, qui lui ont donné divers aspects curieux (dans un champ alternatif, où chaque granule décrit un segment de droite, et dans un champ tournant, où il décrit un cercle).

Majorana avait montré que l'hydroxyde ferrique colloïdal devient biréfringent dans un champ magnétique. MM. Cotton et Mouton ont beaucoup étudié ce phénomène et ont réussi à prouver qu'il est dû à l'orientation par le champ des granules de ce colloïde, qui sont probablement constitués par des *cristaux* extrêmement petits.

Enfin, en lisant le dernier chapitre, consacré aux applications biologiques, on verra que le microbe de la « péripneumonie des bovidés », qu'on avait déjà réussi à cultiver, a été vu pour la première fois d'une façon bien nette par les auteurs, sous forme de corpuscules brillants dont le nombre grandit rapidement après ensemencement dans un bouillon d'abord stérile. On devine aisément que des résultats analogues pourront prendre une importance pratique considérable.

JEAN PERRIN,
Chargé du cours de Chimie physique
à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

Herbette (Jean), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Contribution à l'étude de l'Isomorphisme.** *Thèse pour le Doctorat ès Sciences physiques.* — 1 *vol. in*-8° de 94 *pages. Gauthier-Villars. Paris*, 1907.

Le but final des recherches cristallographiques est la détermination de l'arrangement et de la structure des particules composant les substances cristallisées. Le problème est loin d'être résolu, et l'un des phénomènes dont il importe le plus de connaître les lois pour résoudre la question est certainement l'isomorphisme. Pendant longtemps, on s'est tenu à la définition étroite de Mitscherlich, et c'est seulement depuis quelques années qu'on a reconnu la complexité du phénomène; on l'a envisagé de différentes manières et il a été l'objet de recherches nouvelles, extrêmement fécondes. Le travail de M. Herbette, exécuté au Laboratoire de M. Wallerant à la Sorbonne, ajoute à ces récents travaux un apport considérable.

L'auteur examine d'abord ce qu'il faut entendre par isomorphisme et discute les trois caractères assignés par Mitscherlich au phénomène : 1° analogie des formules chimiques; 2° ressemblance des formes cristallines; 3° syncristallisation en toutes proportions des substances considérées. Les observations de M. Wyrouboff ont montré que la première condition n'était pas nécessaire, et on va voir que le second caractère peut faire défaut. Quant à la syncristallisation en toutes proportions, elle n'est pas toujours réalisable, puisqu'elle exige que les corps supposés isomorphes puissent être dissous, fondus ou vaporisés ensemble. Donc un des trois caractères peut manquer quand les deux autres apparaissent et il n'est pas actuellement possible d'établir si l'un d'eux prédomine sur les autres.

L'auteur a ensuite cherché à résoudre les trois questions suivantes :

1° Peut-il y avoir isomorphisme entre des corps appartenant à des symétries différentes? M. Wallerant avait bien constaté, en étudiant les mélanges de nitrates fondus, qu'il y a un passage ininterrompu d'une forme uniaxe à une forme biaxe; mais une série continue n'avait pas été obtenue par cristallisation de corps dissous; en outre, M. Wyrouboff, en étudiant les solutions de SO^4K^2 et de SO^4Na^2, avait observé la formation de sels doubles, alors que ces deux sulfates fondus donnent des cristaux mixtes dont les propriétés sont continues. M. Herbette a découvert que le tartrate hydraté de thallium (forme nouvelle M) *orthorhombique* cristallise en toutes proportions avec le tartrate hydraté de potassium *monoclinique*. Les propriétés géométriques et optiques des cristaux varient d'une manière graduelle avec les quantités relatives des deux corps mélangés, mais ne sont pas nécessairement comprises entre celles de ces dernières à l'état pur;

2° L'étude des mélanges de chlorate et de nitrate de potassium a permis d'arriver aux conclusions suivantes : « De ce qu'un corps dimorphe A est, sous l'une de ses formes, isomorphe d'un corps B, il ne s'ensuit pas nécessairement que le corps B possède une seconde forme isomorphe avec l'autre forme de A. Si B ne possède pas de forme de ce genre, on peut, en faisant cristalliser A sous la forme qui ne convient pas à B, l'isoler à l'état pur d'une dissolution qui renferme à la fois A et B »;

3° Les mélanges de chlorure et de bromure de baryum ont fourni des faits très intéressants. On sait que ces deux sels sont monocliniques et l'on peut supposer, par analogie, qu'ils sont isomorphes.

Or, suivant la quantité relative de chaque sel dissous et le degré de concentration de la solution, il se produit trois espèces de cristaux :

a) Des cristaux monocliniques identiques à ceux de chlorure de baryum et pouvant contenir jusqu'à 12,4 °/₀ de bromure de baryum ;

b) Des cristaux monocliniques identiques à ceux de bromure de baryum et renfermant jusqu'à 11,5 °/₀ de chlorure de baryum ;

c) Une forme nouvelle de cristaux mixtes, encore monoclinique, mais incompatible avec les deux précédentes et contenant de 25 à 60 °/₀ de bromure de baryum. Il vient à l'esprit qu'il y a formation de sels doubles; mais M. Herbette a constaté que tel n'est pas le cas. Les angles des cristaux de cette troisième forme, suivant la quantité de l'un des composants, peuvent varier de quelques minutes et même d'un degré dans certaines zones; mais il n'y a pas de passage avec les deux autres formes.

Ces différentes sortes de cristaux offrent des propriétés intéressantes, en particulier, celle de se grouper régulièrement ensemble, phénomène très important au point de vue de l'étude des réseaux cristallins.

Le chlorure et le bromure de baryum ne sont donc pas isomorphes.

L'auteur compare les modifications que subissent les cristaux mixtes, quand la composition chimique varie, aux modifications que subissent bon nombre de corps cristallisés quand la température change.

On peut voir par ce très rapide exposé l'importance du travail de M. Herbette. Indépendamment des recherches dont nous venons d'indiquer la haute portée philosophique, on y trouve la description cristallographique de sels nouveaux et d'ingénieux aperçus sur les macles de chlorure et de bromure de baryum.

P. Gaubert,
Assistant de Minéralogie
au Muséum national d'Histoire naturelle.

Marie (C.), *Docteur ès sciences, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Manuel de manipulations d'Electrochimie,** *avec Préface de* M. H. Moissan. — 1 *vol. in-8° de* xi-166 *pages avec* 57 *figures. (Prix : 8 fr.) H. Dunod et E. Pinat. Paris,* 1907.

Le manuel de M. Ch. Marie[1], suivant rapidement le traité de MM. Lorenz et Hostelet, nous montre la faveur croissante dont jouit l'Electrochimie. Ce dernier rejeton de la famille chimique, si féconde, n'en est pas le membre le moins intéressant, et l'étude de l'Electrochimie est devenue aussi utile pour le chimiste que celle de la Chimie organique.

Comme toujours, les travaux pratiques du laboratoire doivent être le complément nécessaire des leçons magistrales. Les étudiants trouveront dans le livre actuel une série graduée d'exercices choisis.

Les manipulations d'ordre général comprennent la vérification de la loi de Faraday et celle des ampèremètres ou compteurs, la mesure de la résistance des électrolytes et des forces électromotrices, avec l'étude de la surtension. Les préparations électrochimiques minérales (au nombre de 11) et organiques (20) sont décrites d'une façon très claire, quoique concise. Cet exposé se termine par quelques pages fort intéressantes (dues à la plume de M. Brochet) sur l'électrolyse par courant alternatif.

L'auteur insiste à plusieurs reprises sur la densité du courant; il eût peut-être été utile de consacrer à ce facteur important une manipulation spéciale, telle que l'oxydation classique de l'acide oxalique dans deux cuves en série, avec des anodes de surface très différentes.

Nous ne doutons pas que le livre de M. Ch. Marie ne reçoive un excellent accueil et nous le recommandons vivement à tous ceux qui s'intéressent à l'Electrochimie.

P.-Th. Muller,
Professeur à l'Université de Nancy.

[1] Voir *Revue gén. des Sc.*, t. XVIII, p. 1033 (1906).

3° Sciences naturelles

Leriche (M.). — **Contribution à l'étude des Poissons fossiles du Nord de la France et des réglons voisines** (*Extrait des Mémoires de la Société géologique du Nord de la France, t.* V, *Mémoire n°* 1). — 1 *vol. in-4° de* 437 *pages avec* 19 *planches et* 79 *figures.*

Le Mémoire que M. Maurice Leriche a présenté à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille comme thèse de doctorat ès-sciences constitue une innovation des plus heureuses : c'est la première fois, en France, croyons-nous, qu'une étude paléontologique où la stratigraphie ne vient qu'en seconde ligne constitue une thèse de Géologie. Ce nouveau modèle de thèse nécessite, chez le géologue qui l'entreprend, des connaissances approfondies et variées qui ne peuvent s'acquérir du jour au lendemain, un sens critique que la pratique assidue et pénétrante des fossiles peut seule donner. La paléontologie des Poissons est particulièrement délicate : elle exige, en effet, d'une part la connaissance parfaite des poissons actuels et des différentes pièces dures de leur squelette, et d'autre part les variations que présentent avec l'âge, le sexe, la position dans la cavité buccale, les dents, qui constituent les restes de poissons que l'on rencontre le plus fréquemment — d'ailleurs isolées — dans les terrains sédimentaires. C'est faute de ces connaissances que la plupart des auteurs qui ont cité des poissons fossiles ont contribué — par la création à tort de genres ou d'espèces, et par des déterminations erronées — à enlever aux poissons fossiles la valeur stratigraphique que la mobilité très grande de ces animaux doit *a priori* leur donner pour les parallélismes à grande distance.

M. Leriche, en utilisant ses propres découvertes, les collections du Musée Gosselet de l'Université de Lille et du Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles et quelques collections particulières, a pu donner une étude aussi complète que possible des Poissons siluriens et dévoniens, des Poissons paléocènes et des Poissons éocènes du nord de la France et arriver à des résultats intéressant à la fois la Stratigraphie et la Paléontologie générale.

C'est ainsi qu'à propos des poissons siluriens et dévoniens du nord de la France découverts à Liévin, Pernes-en-Artois, Crespin et, toujours au sud du bassin houiller, à Huy en Belgique, l'auteur montre l'identité de composition de la coupe du Silurien supérieur et du Dévonien inférieur de Liévin avec celles qu'on peut relever aux environs de Ludlow, à l'est du Pays de Galles, et la grande extension du facies de l'Old red Sandstone dans les schistes et grès bigarrés (schistes de Fosse, schistes d'Oignies) du Gédinnien supérieur du bord septentrional et du bord méridional du bassin de Dinant. Au point de vue paléontologique, M. Leriche a pu reconstituer d'une façon complète le *Pteraspis Crouchi* et aussi, grâce à l'étude des impressions qui se correspondent sur les moules internes des boucliers dorsal et ventral, il a montré qu'elles ne pouvaient être rapportées qu'à des fentes branchiales, et non, comme le croyait M. Patten, à des traces d'insertion de muscles de pattes articulées. Les Ostracodermes constituent donc un groupe de Poissons. De plus, ces poissons sont très primitifs, agnathes, et cet agnathisme serait primordial, tandis qu'il est secondaire chez les Lamproies (Agnathes actuels).

Les poissons crétacés du nord de la France, déjà étudiés dans un Mémoire antérieur de l'auteur, appartiennent aux étages Albien, Cénomanien, Turonien et Sénonien, la faune de ce dernier terrain étant la plus riche et la plus variée. La répartition stratigraphique des différentes formes décrites est précisée.

Cette faune présente la plus grande analogie avec la faune des mers anglaises; à côté de formes qui ont une grande extension verticale, il en existe d'autres qui ont une réelle importance stratigraphique : le *Ptychodus rugosus* caractérise les couches de passage du Turonien

au Sénonien et le Sénonien inférieur, l'*Oxyrhina machrorhiza* l'Albien, le *Ptychodus polygyrus var. marginalis* la craie phosphatée à *Actinocamax quadratus*, les *Corax pristodontus var. Kaupi* et *Pseudocorax affinis var. lævis* le Sénonien. L'abondance des Squalidés dans les dépôts phosphatés indique une relation de cause à effet. Au point de vue paléontologique, des dentures complètes de *Ptychodus* ont été reconstituées et les affinités du genre éteint *Corax* précisées.

C'est en s'appuyant en particulier sur les poissons fossiles que M. Leriche a été amené à subdiviser les terrains tertiaires inférieurs en Paléocène (Montien et Landénien) et Eocène proprement dit (Yprésien, Lutétien, Ledien, Bartonien) : il y a, en effet, un changement brusque et profond entre la faune ichthyologique tempérée du Paléocène et la faune du reste de l'Eocène, qui renferme surtout des formes tropicales se retrouvant dans presque toute l'Europe, le nord de l'Afrique et les Etats-Unis.

Les poissons paléocènes (41 espèces, 26 genres) présentent, dans le Montien comme dans le Calcaire pisolitique, une association de formes crétacées et de formes tertiaires ou à affinités tertiaires ; le genre *Lepidosteus* y fait son apparition comme au Portugal et en Amérique. Cette faune paléocène se retrouve en partie au Danemark et en Angleterre, où les « Thanet sands » et les « Woolwich and Reading beds » du Bassin de Londres présentent les mêmes formes que le Landénien belge.

L'étude des poissons éocènes de la Belgique, du nord de la France, du bassin de Paris, de la Haute Italie (Monte-Bolca, Monte-Postale), de l'Algérie et de la Tunisie, a fourni à l'auteur des résultats intéressants à la fois au point de vue paléontologique, au point de vue phylogénique, au point de vue des conditions géographiques des différents bassins étudiés.

L'abondance des débris de Squalidés a amené M. Leriche à établir une nouvelle nomenclature de la denture (dents symphysaires, antérieures et latérales ayant chacune ses caractères distincts) et, en partant de là, à reconnaître à quelle série appartiennent les dents isolées que l'on rencontre dans les dépôts tertiaires : des dentures entières d'*Odontaspis*, de *Lamna*, d'*Oxyrhina*, de *Physodon*, de *Galeus*, de *Galeocerdo* ont pu être reconstituées, en même temps que la position systématique de certains genres et espèces créés par différents auteurs était mieux précisée et rectifiée.

L'étude du *Triodon antiquus*, le plus ancien Gymnodontidé actuellement connu, a montré qu'au cours de son développement il passe par un stade Diodon et qu'il doit exister des Diodons pré-éocènes dont les Diodons éocènes (comme le *Diodon pulchellus* du Ledien et du Wemmelien) seraient les descendants directs.

Bien que la faune ichthyologique des dépôts éocènes constitue un ensemble assez homogène, l'auteur a pu distinguer et préciser, soit par quelques formes spéciales, soit par l'apparition et le développement de certaines familles et de certains genres, les caractères des différents étages.

La comparaison du Bassin de Paris et du Bassin franco-belge au point de vue de leur faune ichthyologique éocène amène à des conclusions importantes : les Elasmobranches sont les mêmes ; ils sont seulement beaucoup moins répandus dans le Bassin franco-belge que dans le Bassin de Paris ; les formes communes de Téléostéens sont beaucoup moins nombreuses. C'est qu'en effet le Bassin belge était largement ouvert vers la pleine mer et les poissons pélagiques nageurs, très abondants en effet, y accédaient facilement ; le Bassin de Paris, séparé du précédent par le haut fond de l'Artois, constituait un golfe plus fermé, plus calme, où les Labridés, en particulier, habitants des eaux tranquilles, pouvaient mieux se développer ; en même temps, dans ce bassin fermé, les oscillations du rivage étaient plus sensibles, et les poissons exclusivement fluviatiles (*Amia Barroisi*, *Lepidosteus sucssionensis*) qui manquent dans le Bassin belge pouvaient s'y développer et abandonner leurs débris dans les formations lagunaires ou d'eau douce si fréquentes aux différentes époques à la périphérie du golfe parisien. Dans la Haute-Italie, la mer éocène était encore plus calme, quoique largement ouverte, et les espèces littorales adoptées à la vie planctique deviennent prédominantes. La faune ichthyologique des phosphates d'Algérie et de Tunisie est encore trop peu connue pour permettre de déduire les conditions géographiques de la mer éocène où ces dépôts se formaient et surtout pour préciser l'âge exact de ces phosphates.

Les restes de poissons éocènes du Nord de la France étant particulièrement abondants dans la butte tertiaire de Cassel (Mont des Récollets), l'auteur a publié deux photographies très intéressantes des dépôts de cette région, qu'il interprète d'une manière toute personnelle : pour lui, le Laekénien (Lutétien supérieur) y ferait défaut, plutôt par suite d'une érosion que par absence de sédimentation ; il y a de même une lacune correspondant au Wemmelien (Bartonien inférieur).

La bibliographie et la synonymie des espèces sont faites avec la conscience et le soin qui caractérisent tous les travaux de l'auteur (quelques géologues lui reprocheront peut-être le trop grand développement qu'il leur a donné) ; en outre, la précision des descriptions de M. Leriche, l'exactitude de ses déterminations, faciles à contrôler sur des reproductions photographiques particulièrement exactes, font de ce livre une œuvre systématique de haute valeur, indispensable à tous ceux qui voudront s'occuper de la détermination des poissons fossiles.

M. Leriche est déjà connu par de nombreuses publications sur la stratigraphie et la paléontologie des dépôts crétacés et tertiaires du nord de la France ; aussi est-il forcé de nous renvoyer souvent à ces travaux : nous aurions aimé, en particulier pour la stratigraphie des terrains tertiaires, avoir dans le même volume un résumé des caractères stratigraphiques et paléontologiques des différents étages avec lesquels la plupart des lecteurs ne sont pas familiarisés.

Ce léger reproche n'enlève d'ailleurs aucune valeur au travail si documenté que nous venons d'analyser et qui contient des documents inédits pour l'histoire des poissons et des résultats importants pour la géologie des terrains silurien, dévonien, paléocène et éocène.

H. Douxami,
Maître de Conférences de Géologie et de Minéralogie à l'Université de Lille.

4° Sciences médicales

Gaultier (René), *Chef de Clinique adjoint à la Faculté de Médecine de Paris.* — **Précis de Coprologie clinique.** — 1 *vol. de* 384 *pages avec* 1 *planche coloriée et* 65 *microphotographies.* (*Prix* : 7 *fr.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris,* 1907.

Jusqu'à ces derniers temps, l'étude scientifique et pratique des troubles de l'assimilation intestinale n'avait pas été faite en France. La méthode d'examen n'était indiquée dans aucun traité classique. M. René Gaultier a comblé cette lacune en donnant, dans un petit volume très précis, la description des méthodes d'examen macroscopique, microscopique, chimique et bactériologique des matières fécales, en publiant des figures nombreuses qui illustrent la description et permettent de reconnaître les éléments normaux ou anormaux que contiennent les fèces. Il a exposé, en outre, la technique complète qui permet d'étudier les fonctions d'assimilation intestinale d'un individu : repas d'épreuve, manière de recueillir les fèces, procédés d'examen, manière de raisonner sur les résultats analytiques obtenus. Grâce à ces renseignements, non seulement le coprologiste pourra apprendre à analyser les matières fécales, mais le médecin pourra déduire de l'analyse des renseignements sur la fonction d'absorption intestinale d'un malade, et sur le diagnostic de l'affection dont il est atteint. Marcel Labbé,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 Avril 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Barré** démontre que, si, dans le mouvement d'une hélice circulaire, pour une position de celle-ci correspondant à une variation nulle du rayon du cercle principal, le mouvement élémentaire du trièdre lié à la courbe se réduit à une translation suivant l'axe de l'hélice correspondante, celle-ci est une géodésique de la surface. — M. **W. Stekloff** présente ses recherches sur un problème d'analyse intimement lié avec le problème du refroidissement d'une barre hétérogène. — M. **F. Riesz** généralise le théorème qu'il a donné précédemment aux systèmes orthogonaux de fonctions d'une ou de plusieurs variables, définies dans un ensemble mesurable quelconque, sommables et de carré sommable. — M. **P. Helbronner** a déterminé par des opérations géodésiques l'altitude du Grand Pic de la Meige; elle est de 3.982,3 mètres. — M. **G. Millochau** présente des épreuves du spectre solaire infra-rouge, obtenues avec des plaques sensibilisées par le vert malachite.

2° Sciences physiques. — MM. **L. Teisserenc de Bort** et **L. Rotch** ont étudié les caractères de la circulation océanique intertropicale. Les vents alizés de N. à E. s'étendent jusqu'à quelques centaines de mètres de hauteur; au-dessus, on trouve des courants de direction différente; enfin, vers 2.000 mètres, on trouve les courants à composante sud qui forment le contre-alizé. — M. **A. Blanc** a observé l'action du champ magnétique sur l'air ionisé en mouvement. Les intensités des forces auxquelles sont soumis les ions sont proportionnelles à leurs mobilités. — M. **G.-A. Hemsalech** a mis en évidence les oscillations d'ordre supérieur (harmoniques) dans l'étincelle électrique. Ces harmoniques sont, sinon uniquement, du moins en grande partie, la cause de la luminosité de la vapeur métallique dans l'étincelle. — M. **H. Pellat** estime qu'un atome plat ne peut pas être stable; la forme stable de l'atome doit donc être voisine d'une forme sphérique. — M. **T. Tommasina** fait remarquer, à propos de la précédente note de M. Pellat, que les atomes ne sont pas électriquement neutres, mais en général électrisés, ce qui renforce les conclusions de l'auteur. — M. **Krebs** décrit un appareil pour la mesure, à chaque instant, de l'écoulement des liquides. L'écoulement a lieu par un orifice en mince paroi, avec une vitesse proportionnelle au débit, et la pression produisant cette vitesse est mesurée par une différence de niveau. — M. **P. Villard** montre que l'établissement de la décharge dans un tube précède la gaîne négative, premier effet de l'émission cathodique, et que les phénomènes lumineux procèdent de l'anode vers la cathode, conformément à l'hypothèse de la chaîne anodique. — M. **L. Guillet** a constaté que le nickel et l'étain sont susceptibles de former quatre solutions solides et une combinaison NiSn; les alliages renfermant moins de 38 °/₀ d'étain sont seuls magnétiques à la température ordinaire. — M. **E. Rengade** a déterminé les densités des protoxydes de Na (2,25), K (2,32), Rb (3,72), Cs (4,78). Ces protoxydes, chauffés au-dessus de 400°, sont décomposés en bioxyde et métal qui se volatilise. Ils sont réduits par H vers 180°-200°. Leurs vapeurs ne se diffusent que très lentement dans le vide. — M. **W. Oechsner de Coninck** a constaté que les p-oxybenzoates de Ba et de Ca, traités par les acides, se décomposent en donnant des sels de Ba et Ca, CO^2 et du phénol. Ces mêmes sels, chauffés à 285°, se décomposent en donnant une matière colorante rouge. — MM. **E. Tassilly** et **J. Leroide**, en faisant réagir I et HgO sur l'acétylgaïacol en solution de CCl^4, ont obtenu l'acétyliodogaïacol, F. 74°, que la potasse transforme en *p*-iodogaïacol, F. 87°-88°; la méthylation de ce dernier donne le *p*-iodovératrol, F. 34°-35°. — M. **P. Gaubert** montre que la coloration artificielle des fibres de chrysotile et des autres minéraux cristallisés pouvant absorber les couleurs d'aniline est un phénomène purement physique, dû à la pénétration dans le réseau du cristal de molécules de la substance en dissolution. — MM. **L. Duparc** et **A. Pearce** ont découvert, dans un quartzite de l'Oural, une nouvelle amphibole, qu'ils dénomment *tschernichewite*; elle présente un polychroïsme intense et une grande dispersion. — M. **H. Pottevin** a étudié l'épuration des eaux d'égouts par les filtres à tourbe. Elle se fait parfaitement (la totalité de l'Az ammoniacal et de l'Az organique étant éliminée) avec des eaux contenant jusqu'à 200 milligrammes d'Az par litre.

3° Sciences naturelles. — M. **V. Babès** montre que la graisse des capsules surrénales ne se trouve pas dans la substance médullaire, mais surtout dans la substance corticale; elle fait défaut ou est très réduite dans la plupart des maladies septiques et putrides. — M. **C. Cepède** a constaté que les jeunes sardines, sur la côte du Boulonnais, ont une alimentation végétale importante, sinon exclusive; le contenu intestinal est, en effet, constitué par un magma de Diatomées. — M. **Chifflot** signale la présence de l'*Ustilago Maidis* Corda sur les racines adventives du *Zea Mays* L. et de sa variété *quadricolor*. Ces racines présentent des biomorphoses caractérisées par des pseudo-dichotomies de leur point végétatif et par l'hypertrophie sans hyperplasie des tissus envahis. — M. **R. Bréon** a constaté l'existence, sur les plages de sable du Pas-de-Calais, de galets et de sables provenant de roches cristallophylliennes et éruptives anciennes, analogues à celles de la Bretagne ou du Pays de Galles. Les galets peuvent avoir été transportés par des radeaux de glace.

Séance du 15 Avril 1907.

M. **Aimé Witz** est élu Correspondant pour la Section de Mécanique.

1° Sciences mathématiques. — MM. **R. Bourgeois** et **Noirel** ont déterminé la forme du géoïde dans la région du Sahel d'Alger, d'après leurs observations de déviation de la verticale. Le géoïde accuse, dans tous les azimuts, une courbure beaucoup plus forte que l'ellipsoïde.

2° Sciences physiques. — M. **G. Berlemont** décrit un nouveau procédé de réglage des tubes à rayons X. En plaçant dans le champ cathodique une tige d'Al, si on relie cette tige à la cathode et que l'on fasse passer dans le tube un faible courant pendant 2 à 3 minutes, le tube devient très dur; si, au contraire, on relie la tige à l'anode en laissant fonctionner le tube normalement, il mollit graduellement. — M. **J. Meunier** a déterminé les limites d'inflammabilité des mélanges explosifs de vapeurs d'éther et d'air. La limite inférieure paraît être voisine de 75 grammes d'éther au mètre cube d'air, la limite supérieure de 200 grammes. — M. **H. Moissan**, dans un pli cacheté déposé le 5 novembre 1906 et ouvert en séance, avait annoncé que l'amagalme d'Am, formé par action de l'amagalme de Na sur un sel d'Am, renferme du Na et ne peut exister qu'en présence de ce dernier. Dans l'électrolyse des sels de Na avec une cathode de Hg, il se forme un composé bleu, soluble dans le mercure. — M. **P. Lebeau** a reconnu que la magnésie est réduite par le charbon au four électrique avec production de magnésium et de carbure de magnésium, qui sont en grande

partie détruits par l'action des gaz du four, qui se diffusent à travers les tubes de charbon. — M. M. **Houdard** a observé que le sulfure d'aluminium, au four électrique, donne avec le sulfure de manganèse et le sulfure de fer deux combinaisons doubles : Al^2S^4Mn et Al^2S^4Fe, comparables aux aluminates et cristallisées. — M. C. **Chabrié**, en faisant réagir le pentachlorure de tantale sur l'amalgame de sodium, a obtenu un sous-chlorure $TaCl^2.2H^2O$, soluble faiblement dans l'eau. — MM. Ch. **Moureu** et I. **Lazennec**, en chauffant les amides acétyléniques $R.C : C.CO.AzH^2$ en solution alcoolique avec une amine secondaire ou avec la pipéridine, ont obtenu les amides β-cétoniques correspondantes $R.CO.CH^2.CO.AzH^2$. — MM. P. **Sabatier** et A. **Mailhe**, en hydrogénant directement la pyridine sur le nickel réduit, n'ont pas obtenu de pipéridine ; mais tout paraît indiquer qu'il y a rupture du noyau et formation d'amylamine $CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CH^2.AzH^2$. — MM. Eug. **Charabot** et G. **Laloue** ont constaté, chez la verveine, la migration des composés odorants de la feuille vers l'inflorescence. Mais, pendant l'accomplissement des fonctions de la fleur, l'essence s'accumule dans les racines et dans les tiges, tandis que les feuilles et les inflorescences consomment une partie de leur matière odorante.

3° Sciences naturelles. — M. A. **Chauveau** rappelle qu'il a publié en 1873 les premiers exemples de l'infection tuberculeuse de l'appareil respiratoire par la voie de l'appareil digestif, sans la moindre atteinte portée à l'intégrité absolue de ce dernier appareil. — MM. S. **Arloing** et E. **Forgeot** estiment que les substances introduites dans le tube digestif sous forme de particules solides, extrêmement fines, animées de mouvements browniens sous le microscope, sont maintenues en dehors de la muqueuse intestinale et ne sauraient être l'origine de l'anthracose pulmonaire. — M. R. **Chudeau** décrit un certain nombre de gisements fossilifères lutétiens dans le Soudan et le Sahara.

Séance du 22 Avril 1907.

La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. Marcel Bertrand : 1° M. **Douvillé**; 2° MM. **M. Boule**, **L. de Launay**, **E. Haug**, **P. Termier** et **F. Wallerant**; 3° M. **J. Bergeron**.

1° Sciences mathématiques. — M. B. **Gambier** présente ses recherches sur les équations différentielles du second ordre et du premier degré dont l'intégrale générale est à points critiques fixes. — M. C. **Popovici** communique ses études sur les équations aux intégrales réciproques.

2° Sciences physiques. — M. J. **Guyot** a mesuré les forces électromotrices de chaînes liquides à extrémités identiques d'électrolytes binaires formés d'ions plurivalents. Les résultats ne concordent pas avec la théorie de Nernst. — M. P. **Villard** décrit de nouvelles expériences montrant que la déviation magnétique de la lumière positive ne peut s'expliquer qu'en assimilant celle-ci à un conducteur. — MM. J. **de Kowalski** et C. **Garnier** ont constaté que la quantité de terres rares qui détermine la phosphorescence d'un sulfure alcalino-terreux excité par la lumière ultraviolette est bien moindre que celle qui, ajoutée à la chaux, excite sa phosphorescence cathodique. — M. L. **Bruninghaus** a déterminé la phosphorescence de divers composés calciques manganésifères ; l'optimum d'éclat est donné par une proportion de 0,5 de MnO pour 99,5 de CaO. — M. A. **Karl**, en chauffant du sulfure de zinc avec divers sels, a obtenu des substances qui présentent à un haut degré le phénomène de la triboluminescence ; l'émission de lumière par écrasement est visible même en plein jour. — M. P. **Lebeau** montre que la facilité avec laquelle l'amalgame de platine produit des émulsions avec l'eau doit être considérée comme la résultante des phénomènes dus aux tensions superficielles qui s'exercent entre l'eau ou un autre liquide, l'amalgame de platine et le mercure. — M. L. **Guillet** a reconnu que tous les alliages binaires de cuivre présentent une zone de très grande fragilité qui correspond à un constituant unique se comportant toujours de la même façon sous l'action des réactifs. — M. Ed. **Defacqz** a observé que le siliciure de Cu à 50 °/₀ de Si forme avec le tungstène amorphe, à la température du four électrique, un nouveau siliciure Si^2Tu. Ce corps s'obtient également en réduisant par Al, en présence de S, un mélange de silice et d'anhydride tungstique. — MM. P. **Sabatier** et A. **Mailhe**, en hydrogénant l'isocyanate d'éthyle sur le nickel réduit, ont obtenu principalement de la méthyléthylamine, avec un peu d'éthylamine, de diéthylamine et de triéthylamine. L'isocyanate de phényle, dans les mêmes conditions, donne de l'aniline et de la diphénylurée. — MM. L. **Bouveault** et R. **Locquin**, en condensant les dérivés sodés des acyloïnes de la série grasse avec les éthers acétiques, ont obtenu des acides en $C^nH^{2n-4}O^2$, qui renferment probablement une chaîne fermée triangulaire. — M. M. **Delépine** montre que la formule de l'aldéhydate d'ammoniaque est bien celle d'une éthylidène-imine trimérisée, car il a pu en préparer le dérivé trinitrosé, F. 161°. L'hexaéthylidène-tétramine de Kudernatsch est identique à la tricrotonylidène-tétramine de Wurtz. — M. M. **François** décrit un procédé de recherche et de dosage de l'ammoniaque dans la monométhylamine et les amines grasses très volatiles, basé sur l'emploi d'un réactif contenant HgI^2, KI et NaOH. — M. P. **Nicolardot** : Sur la composition et l'analyse du wolfram et de la hubnérite (voir p. 381).

3° Sciences naturelles. — M. A. **Chauveau** démontre que le virus tuberculeux humain, ingéré par de jeunes Bovidés, peut se comporter comme le virus bovin ingéré en petite quantité, en provoquant d'emblée la tuberculose primitive du poumon et des ganglions broncho-médiastinaux. — M. J. **Kunstler** estime qu'il n'est actuellement pas rationnel de chercher à reconstituer expérimentalement les processus vitaux, qui sont le fruit d'une évolution multi-séculaire. — M. C. **Cépède** déduit de ses observations que la sardine ne paraît pas avoir de préférence bien nette soit pour une nourriture animale, soit pour une nourriture végétale. Mais il est impossible de dire si elle ne préfère pas, aux divers stades de son évolution, une nourriture spéciale. — M. E. **de Cyon** déduit de ses recherches que l'hypophyse est un autorégulateur de la pression sanguine intra-cranienne, en même temps qu'elle entretient l'excitation tonique des nerfs modérateurs du cœur ; la glande pinéale agit surtout d'une manière mécanique, comme régulateur de l'afflux et du reflux des liquides céphalo-rachidiens dans l'aqueduc de Sylvius. — M. C. **Queva** a étudié la différenciation des tissus du stipe et de la fronde chez les *Equisetum*; leurs massifs libéro-ligneux doivent être considérés comme des faisceaux unipolaires simples. — M. G. **Bigourdan** signale l'enregistrement, aux sismographes de l'Observatoire de Paris, du tremblement de terre du Mexique du 15 avril et de deux secousses dans la nuit du 18 au 19 avril.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 9 Avril 1907.

MM. **Vaillard** et **Ch. Dopter** présentent les résultats du traitement de 243 cas de dysenterie bacillaire par le sérum des chevaux immunisés contre le bacille dysentérique. Sur 200 malades traités dans les hôpitaux ou à la campagne, la mortalité a été de 5 °/₀ ; encore la plupart des décès sont-ils dus à d'autres causes que la dysenterie. Le sérum apaise en quelques heures les douleurs abdominales, le ténesme et les épreintes, fait fléchir la fréquence des selles et fait disparaître le sang de celles-ci ; la guérison est très rapide. Dans les 43 autres cas, relatifs à des aliénés, la mortalité a été supérieure, surtout chez les infirmes, gâteux et cachectiques.

Séance du 16 Avril 1907.

M. A. Béhal est élu membre titulaire dans la Section de Pharmacie.

MM. A. Poncet, Lacomme et L. Thévenot ont constaté que les cultures d'actinomycose ne renferment pas de toxines solubles. L'empoisonnement actinomycosique doit être attribué aux réactions des éléments offensés.

Séance du 23 Avril 1907.

M. E. Delorme conclut de ses recherches statistiques que, sous les drapeaux, en France, la syphilis primitive est plus de trois fois moins fréquente que dans la population civile de même âge; il en est de même pour les autres maladies vénériennes. La morbidité syphilitique est, dans l'armée, en décroissance progressive comme celle des autres maladies vénériennes. L'armée française occupe avec l'armée allemande la tête des armées européennes par son minimum de maladies vénériennes. Ce remarquable résultat est en partie dû aux grands efforts faits dans l'armée pour assurer l'éducation morale du soldat, lui enseigner l'hygiène prophylactique et le soustraire aux dangers du dehors. Toutefois, le relâchement des mesures administratives et policières, la substitution progressive de la prostitution clandestine à la prostitution surveillée des inscrites doivent inspirer des craintes au sujet de la persistance de l'excellent état sanitaire actuel, car la prostitution clandestine est de beaucoup la plus dangereuse. — **M. A. Robin** donne des renseignements sur le fonctionnement de l'Office antituberculeux qu'il a installé à l'Hôpital Beaujon. Il a traité, en 1905, 935 malades et donné 4.385 consultations ; les résultats sont encourageants étant donnée la faible somme dépensée : à peine 7.000 francs.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 13 Avril 1907.

M. L. Lepage présente une canule droite, à soupape, pour la respiration artificielle, permettant de faire varier l'intensité de l'insufflation. — **MM. J. Jolly** et **A. Vallée** concluent de leurs recherches que la nature nucléaire des granulations basophiles des hématies n'est pas démontrée; elle est même peu probable. Il s'agirait plutôt d'une modification du discoplasma. — **M. A. Gombault** déduit de ses études histologiques sur l'adulte et l'embryon des Lombrics que le tissu des glandes de Morren est d'origine mésodermique vasculaire. — **M. A. Netter** démontre l'efficacité des sels de calcium dans le traitement préventif et curatif de l'urticaire. Les sels de Sr peuvent être substitués dans certains cas à ceux de Ca. — **MM. A. Netter** et **L. Ribadeau-Dumas** signalent une épidémie d'origine alimentaire due à des bacilles du type paratyphique B et remarquable par la précocité des accidents, qui sont survenus dix heures après l'ingestion. — **M. G. Rosenthal** est parvenu à accoutumer à la vie aérobie le bacille du tétanos, avec perte progressive de ses fonctions, d'abord réparable en culture anaérobie, puis irréparable. — **M. J. Nageotte** signale l'apparition précoce d'arborisations périglomérulaires formées aux dépens de collatérales du glomérule dans les ganglions rachidiens greffés. — **M. P. Salmon** a obtenu de bons effets dans le traitement, par l'atoxyle, de 27 malades atteints de syphilis. — **M. A. Lécaillon** présente quelques remarques au sujet d'un Mémoire récent de K. Friederich relatif à l'origine des feuillets germinatifs et à la formation de l'intestin moyen des Coléoptères. — **M. J. Arrous** a constaté que, chez le chien et le lapin, le coefficient diurétique des différents sucres en injections intra-veineuses varie en raison inverse de leur poids moléculaire. — **M. E. Gellé** montre le rôle de l'augmentation de pression intra-thoracique et de la compression du cœur droit dans les accidents asphyxiques par sténose des voies respiratoires. — **MM. Léopold-Lévi** et **H. de Rothschild** ont obtenu de bons effets dans le traitement de 61 cas de constipation par la méthode thyroïdienne ; il y aurait donc une constipation hypothyroïdienne. — **MM. E. Marchoux** et **A. Salimbeni** ont découvert, chez une *Hyla* voisine de *H. Lateristriga*, un trypanosome nouveau qu'ils nomment *Tr. Borrelli*. — **M. G. Martin** a également découvert chez un lézard, le *Mabuia raddonii*, un trypanosome qu'il désigne sous le nom de *Tr. boueti*. — **M. F. Battelli** et **Mlle L. Stern** ont constaté que le foie et le rein ne diminuent pas l'activité respiratoire des muscles, tandis que le poumon, le pancréas, la rate et le cerveau la font baisser plus ou moins fortement. — **MM. J.-L. Chiré** et **A. Mayer**, par la ligature simultanée, temporaire, des deux veines rénales pendant dix minutes, ont obtenu quatre fois sur sept, chez le chien, des crises épileptiques suivies de mort rapide. — **M. F. Dévé** a reconnu que l'origine de la branche porte antérieure n'est pas fixe : dans la règle, elle naît secondairement de la branche de bifurcation droite du tronc porte, mais elle peut naître primitivement, et même tirer son origine de la branche porte gauche. — **M. E. Malvoz** signale l'existence du *Tænia nana* en Belgique ; il en a observé 31 cas en trois ans. — **M. B. Zebrowski** a comparé les deux méthodes de détermination de la nature du sang par les précipitines et par la fixation de l'alexine et leur attribue la même valeur. — **M. T. Stiennon** a observé l'absence de phagocytose après l'injection de bacilles encapsulés de charbon bactéridien chez le cobaye. — **M. L.-O. Cosmovici** propose de réserver le terme de *sécrétion* aux phénomènes de fonte des cellules de l'intérieur des acini des glandes ou des cellules sécrétrices, et celui d'*excrétion* à l'épuration de l'organisme des produits de la désassimilation, produits nuisibles. — **M. P. Portier** communique des observations faites au Spitzberg sur un jeune phoque conservé en captivité. L'animal peut dormir dans l'eau ; toutes les deux minutes, il se rapproche de la surface pour venir respirer sans s'éveiller. — **M. H. Coutière** signale la présence de mâles en excès chez deux espèces de Synalphées recueillies en grande quantité par l'*Albatros* dans une station du golfe du Mexique. Ce phénomène paraît en rapport avec le surpeuplement de la station. — **MM. P. Nobécourt** et **L. Rivet** ont observé la présence de leucocytes dans les selles des nourrissons atteints d'infection gastro-intestinale aiguë ; elle est en rapport avec l'intensité et la persistance de l'infection. — **M. Ph. Eisenberg** a constaté que la toxine du bacille du charbon symptomatique peut agir instantanément sans période d'incubation ; elle n'est pas complètement détruite à 50° C. — **M. L. Lapicque** propose une loi nouvelle de l'excitation électrique du nerf :

$$V = \frac{\alpha}{(1 - e^{-\beta})},$$

basée sur une conception physique du phénomène. — **MM. C. Levaditi** et **J. Roché** montrent que la destruction critique des spirilles dans la tick-fever n'est liée ni aux bactériolysines, ni aux qualités opsonisantes des humeurs ; celles-ci en sont plutôt la conséquence.

Séance du 20 Avril 1907.

M. H. Iscovesco a constaté qu'à l'état ordinaire un colloïde négatif ne se laisse pénétrer ni par un colloïde positif, ni par un colloïde négatif. Mais, lorsqu'on fait agir un courant électrique, un colloïde négatif se laisse traverser par un colloïde de même signe, tout en continuant à être infranchissable pour un colloïde de signe opposé. — **M. P. Portier** a déterminé la température de congélation du sang et de quelques liquides internes de Mammifères et d'Oiseaux du Spitzberg. — **M. A. Gombault** montre que les quatre paires de glandes de Morren des lombrics ne sont qu'un organe unique, cavité périœsophagienne ouverte par les deux bouts. Les saillies qui ont été décrites comme des

glandes ne sont que le résultat de la dilatation produite entre chaque dissépiment par l'accumulation des concrétions calcaires. — M. A. **Netter** attribue le bon effet du chlorure de calcium dans la pneumonie à la neutralisation de la pneumotoxine et au rétablissement de l'équilibre nécessaire entre les ions métalliques. — M. A. **Lécaillon**, à propos du récent Mémoire de Friederich sur le développement des Chrysomélides, estime que l'idée de considérer comme un blastopore l'extrémité postérieure de l'œuf complètement segmenté peut être soutenable, mais que celle de nier que les cellules sexuelles peuvent se former pendant la segmentation ne l'est pas. — M. **Ch. A. François-Frank** décrit un dispositif pour la prise de vues instantanées microphotographiques avec l'arc voltaïque. — M. **P. Lassablière** conclut de ses recherches que les poudres de viande constituent un agent de dénutrition très actif et qu'on ne peut les ranger au nombre des aliments physiologiques. Probablement, elles sont non seulement inutiles, mais dangereuses. — MM. **Trillat** et **Jarricot** décrivent un monstre humain acardiaque pour lequel ils proposent le terme d'hémisome. — M. **Ch. Richet** a constaté que la dose qui provoque le vomissement chez les chiens anaphylactisés n'est que le quart de la dose normale, quelquefois même le douzième. — M. **B. Zebrowski** a reconnu que, dans la plupart des systèmes hémolytiques, la sensibilisatrice ou ambocepteur et le précipitinogène sont indépendants l'un de l'autre. — M. **T. Stiennon** montre que l'inactivité des leucocytes sur les bacilles encapsulés du charbon ne provient pas d'une altération des premiers. — Mlle **L. Fassin** a observé une diminution notable de la teneur du sérum en alexine hémolytique et bactéricide chez les animaux thyroïdectomisés. — M. **J. Arrous** estime que l'action diurétique des sucres est en rapport, d'une part avec leurs propriétés physiques, de l'autre avec leur action excito-sécrétoire sur la cellule rénale. — MM. **M. Doyon** et **Cl. Gautier** ont constaté que la ligature du tronc cœliaque et de l'artère mésentérique supérieure, pratiquée après l'ablation de l'intestin, détermine des convulsions et une diminution sensible de la teneur du sang en fibrine. — MM. **Ch. Porcher** et **Ch. Hervieux** font une étude comparative des procédés de caractérisation de l'acétone dans les liquides organiques; les deux meilleurs sont celui à la *p*-nitrophénylhydrazine et celui de Penzoldt. — M. **R. Dubois** montre que la lumière solaire intense est nuisible à la Bonellie, qui la fuit; mais, si on la force à subir son action, elle s'entoure d'un nuage vert de fluorochloro-bonelline; cette émission de pigment paraît constituer un moyen de défense. — MM. **P. Verdun** et **L. Bruyant** estiment qu'il n'existe pas actuellement de raison suffisante pour considérer comme deux espèces différentes la grande et la petite variété de la douve de Chine. — M. **A. Brissemoret** a reconnu que la purgation que provoquent les imines quinoniques est surtout le résultat d'une exagération des sécrétions intestinales. — MM. **M. Garnier** et **P. Thaon** ont observé que l'hypophysectomie totale est constamment suivie de mort; mais celle-ci n'est pas forcément immédiate. — MM. **G. Kuss** et **E. Lobstein** démontrent de nouveau que l'ingestion de noir de fumée ne détermine pas d'anthracose pulmonaire, et seulement dans certains cas l'anthracose mésentérique. — M. **L. Lapicque** critique la théorie récente de Hermann sur l'excitation électrique du muscle par les décharges de condensateurs. — M. **L. Follet** signale la présence de nombreux spirilles, dont plusieurs spécifiques, dans la salive des syphilitiques. — Mlle **P. Cernovodeanu** et M. **V. Henri** ont constaté que la toxine tétanique possède toutes les propriétés d'un colloïde négatif. Le bouillon de culture où se trouve la toxine renferme en plus un colloïde positif, qui peut être séparé par transport électrique. — M. **N. Fiessinger** a étudié l'action des hémolysines sur le parenchyme hépatique; la cirrhose qu'elles provoquent est une cirrhose de remplacement. — M. **E. Feuillié** a reconnu que les abcès provoqués au cours de l'albuminurie ont pour effet de faire disparaître presque totalement l'albumine de l'urine. — MM. **A. Marie** et **Requier** ont fait l'analyse chimique du cerveau d'un paralytique général saturnin; l'hémisphère le plus malade s'est trouvé contenir le moins de plomb. — M. **M. Jungano** a isolé, dans un cas de cystite fétide, un nouveau microorganisme donnant des colonies ressemblant à des flocons de neige. — MM. **J. Ville** et **E. Derrien** signalent un cas d'histonurie avec réaction de Bence-Jones. — MM. **Léopold-Lévi** et **H. de Rothschild** expliquent le mécanisme de la médication thyroïdienne dans la constipation par une action excitatrice sur le système neuro-musculaire de l'intestin. — MM. **C. Levaditi** et **Inmann** montrent que le pouvoir opsonisant des sérums neufs est dû à l'intervention du complément et, dans une faible mesure, à celle de l'ambocepteur normal contenu dans ces sérums. — MM. **C. Levaditi** et **K. Kœssler**, par une étude comparative des anti-opsonines et des anti-compléments, confirment l'identité entre le complément et l'opsonine des sérums neufs.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 9 Avril 1907.

MM. **J. Sabrazès** et **L. Muratet** ont observé de l'éosinophilie dans un cas de kyste hydatique du foie ouvert dans les voies biliaires avec défécation de membranes. — M. **H. Sérégé** montre que l'existence d'un double courant dans la veine porte est d'une constance remarquable dans les conditions physiologiques normales. — M. **J. Sellier** a constaté l'existence de la présure dans le suc digestif de l'*Aphrodite aculeata*.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Mars 1907 (fin).

MM. **C. Tissot** et **G. Hemsalech** : *Sur les phénomènes de résonance dans le cas des transformateurs à circuit magnétique ouvert et leur utilité pour la production de fortes étincelles.* Dans la télégraphie sans fil, ainsi que dans certaines applications spectroscopiques, on se sert de transformateurs à haute tension dont le secondaire est relié à un condensateur. Les différents expérimentateurs qui ont utilisé le dispositif ont observé que, pour une certaine valeur de la capacité du condensateur en dérivation sur le secondaire, il est possible d'accroître dans une mesure plus ou moins grande la longueur de l'étincelle de décharge. En même temps se produit un phénomène remarquable. Si l'on intercale dans le circuit d'alimentation du primaire une bobine de réactance de valeur convenable, on peut réduire le nombre d'étincelles par seconde. Il est aisé, par exemple, pour un courant d'alimentation de 42 à 50 périodes, d'obtenir une seule étincelle par seconde. L'intérêt du phénomène, au point de vue des applications, réside dans le fait que l'on concentre ainsi en quelque sorte dans un nombre restreint de décharges puissantes l'énergie mise en jeu dans le transformateur. Ces conditions peuvent être avantageuses en télégraphie sans fil. Dans le cas où l'on se sert d'un détecteur d'amplitude, l'effet utile, proportionnel à l'amplitude de l'oscillation dans le circuit inductif qui excite l'antenne, est indépendant de la fréquence même des trains d'onde. Il y a donc intérêt à accroître le plus possible cette amplitude et à n'émettre que le nombre des trains juste suffisant pour produire sur le récepteur des effets *discontinus* capables de donner lieu à l'enregistrement *continu* du signal. Ce sont les transformateurs à circuit magnétique ouvert qui paraissent le mieux se prêter à la réalisation des conditions de résonance que l'on envisage ici. Les auteurs signalent deux procédés pratiques pour obtenir une résonance déterminée : 1° prendre un transformateur à circuit très ouvert et donner à la self-induction du secondaire la valeur voulue, ce qui est toujours possible et facile à réaliser

pratiquement sans modifier le voltage secondaire, en faisant varier en rapport inverse la section du noyau de fer et le nombre des tours du secondaire; 2° réaliser un transformateur *sans fuites* et ajouter en série avec le secondaire des bobines de self de valeur voulue. La résonance se produit alors uniquement sur les selfs additionnelles, qu'il y aurait avantage à construire sans fer. — M. **A. Blondel** rappelle que le transformateur à résonance est connu et *employé* en France et en Allemagne depuis au moins trois ans. Il montre que le régime est la superposition de trois autres: un régime alternatif ordinaire amené au voisinage de la résonance, un régime oscillatoire amorti, apparaissant à chaque étincelle, et un régime très amorti qui n'apparaît guère qu'au moment où l'on branche le transformateur sur un réseau. C'est la combinaison de ce dernier régime oscillatoire syntonisé avec le régime alternatif qui produit l'effet utile de ce réglage, à savoir la difficulté de rallumage de l'étincelle après la décharge du condensateur et sa rareté, réglable à volonté dans certaines limites. Cela rend l'étincelle sûrement *active à condition* d'écarter suffisamment les électrodes. — M. **P. Villard** estime que de bons transformateurs à circuit magnétique fermé sont préférables à des appareils dont le caractère principal est une mauvaise utilisation des matériaux. Il est sans doute fort ingénieux de mettre à profit les défauts de ces instruments, mais on n'est malheureusement pas maître de ces défauts, et l'on ne peut, par suite, régler à volonté les constantes du circuit. — M. **Devaux-Charbonnel** étudie la *vitesse de fonctionnement des appareils télégraphiques rapides.* Il y a lieu, en Télégraphie, de distinguer la vitesse de transmission et le rendement. La première est d'ordre purement électrique. Elle dépend des phénomènes qui se produisent sur la ligne et dans les appareils lors de l'émission d'un signal, c'est-à-dire d'un courant de polarité déterminée. L'intensité, au poste récepteur, n'arrive à sa valeur maximum ou à sa valeur de régime permanent qu'au bout d'un certain temps, et il a été reconnu, par expérience, tout au moins pour les lignes aériennes, que, pour arriver distincts, les signaux ne doivent se succéder qu'à des intervalles bien définis et tels que la période variable du précédent soit à peu près terminée quand le suivant apparaît. La vitesse de transmission pourra donc se définir comme le nombre maximum de signaux successifs qu'on pourra transmettre dans un temps donné, une seconde par exemple. Le rendement, au contraire, dépendra de la manière dont les appareils transmetteurs et récepteurs permettront de produire et de recevoir les émissions élémentaires de courant, et aussi des nombres d'émissions qui seront nécessaires pour former une lettre, car les signaux doivent naturellement être traduits en langage ordinaire. Le rendement sera donc le nombre de lettres transmis par seconde. Il dépendra naturellement de la vitesse de transmission, mais, en outre, il variera beaucoup avec les procédés mécaniques employés pour mettre en œuvre les appareils. Aussi est-il impossible de faire une étude du rendement en général; il faut examiner chaque système en particulier. On peut toutefois formuler les conclusions générales suivantes : La résistance de la ligne n'intervient pas dans la durée de la période variable. Elle détermine seulement l'intensité en régime permanent, et le moment où le récepteur commence à fonctionner. La vitesse de transmission dépend de la capacité et de la self-induction de la ligne. On a donc intérêt à réduire ces deux quantités. La capacité a une valeur à peu près indépendante de la nature et du diamètre du fil. Mais on diminuera la self en employant des lignes en cuivre au lieu de lignes en fer. Pour les appareils, il y aura le plus grand intérêt à réduire leur self-induction. La durée de la période variable est considérablement augmentée par la présence de l'appareil Morse et même de l'appareil Baudot. Au contraire, les appareils Siemens et Pollak ont une influence beaucoup moindre, et même, pour le dernier, on peut dire qu'elle est presque négligeable. Il semble donc qu'on soit arrivé à la limite de vitesse qu'un appareil est susceptible de permettre, car la durée de la période variable ne dépend plus que des constantes électriques de la ligne. La vitesse de transmission sera, par exemple, pour une ligne en cuivre de 500 km. :

Morse.	0s0121,	soit 24	signaux par sec.
Baudot	0,0071,	140	—
Siemens et Halske.	0,0026,	385	—
Pollak et Virag . .	0,0023,	435	—

L'habileté du constructeur consistera à faire des récepteurs capables d'enregistrer correctement les signaux à la vitesse voulue. Supposons cette condition réalisée, le rendement dépendra du nombre de signaux élémentaires qui seront nécessaires pour former une lettre de l'alphabet ordinaire.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 12 Avril 1906.

M. **E. Rengade** entretient la Société des propriétés de quelques oxydes alcalins (voir p. 377). — M. **P. Nicolardot** rappelle les difficultés que l'on éprouve dans l'analyse du minerai de tungstène le plus répandu, le wolfram, par les méthodes ordinaires, et il indique le procédé dont il se sert depuis plus de trois ans. Le wolfram, réduit en poudre, même grossière, est attaqué avec une extrême facilité par la potasse ou par la soude en fusion. L'auteur décrit ensuite les moyens de séparer et de doser successivement les divers éléments qui se trouvent, soit dans la liqueur, soit dans le résidu. Il ajoute que cette méthode fixe définitivement la formule du wolfram, qui, pour quelques chimistes, était une combinaison de bioxyde de tungstène et d'oxyde ferrique. Le wolfram est bien un *tungstate ferreux*, parce que, dans les mêmes conditions, le bioxyde de tungstène ne s'attaque que très difficilement par les alcalis en fusion. Il termine en indiquant quelle est, selon lui, l'étymologie du mot wolfram. M. Nicolardot montre, enfin, comment il a réussi à analyser rapidement les composés et alliages de vanadium par l'emploi de l'acide oxalique. — M. Kling présente une note de M. **Hinard** : *Sur le dosage de l'extrait sec des laits.*

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 6 Décembre 1906 (fin).

M. **W. Ellis** a comparé les valeurs des éléments magnétiques déduites de la carte magnétique anglaise de 1891 avec les observations récentes. Il conclut que les variations séculaires ont subi une modification depuis l'époque où la carte a été établie, surtout pour la déclinaison magnétique et l'inclinaison. — M. **W. Sutherland** : *Sur la chimie de la globuline.* L'auteur cherche à mettre en formules les résultats expérimentaux de Hardy et Mellanby. Il montre que la solution de la globuline et sa précipitation ont lieu dans les conditions de l'équilibre chimique. Si p est la fraction d'une suspension de globuline dissoute dans une solution saline dont la concentration est la fraction q de C exactement suffisante pour dissoudre la suspension en entier, on a : $p\,(1-q) = Aq\,(1-p)$, où A est le rapport de la vitesse de solution à la vitesse de précipitation. On établit de même une équation pour la précipitation de la globuline par un excès de sulfate d'ammonium : $p\,(1+p) = 28{,}8\,(c-8{,}152)$, où p est la fraction du tout que forme la globuline précipitée et c la concentration de la solution de sulfate en grammes par centimètre cube. L'auteur développe ensuite une théorie de l'état colloïdal, où il suppose qu'un colloïde consiste en molécules qui sont chimiquement unies par l'action de valences généralement latentes; par la suppression de ces valences, la masse se résout en molécules simples. A l'aide de cette théorie, on peut expliquer un grand nombre de résultats d'expérience. Il est probable que la globuline possède une masse

de 40.000 et une basicité 2 (peut-être 60.000 et basicité 3). Un groupe $C^{12}H^{20}Az^2O^4$, relié aux polypeptides et aux peptones, constitue la structure prédominante des albumines.

Séance du 31 Janvier 1907.

M. **Frank Horton** : *Sur la décharge d'électricité négative du calcium chaud et de la chaux.* Ce Mémoire contient un compte rendu de quelques expériences dans lesquelles la perte négative du calcium chaud a été comparée à celle du platine et de la chaux dans des conditions analogues. La perte négative d'une bande de platine chauffée par un courant électrique fut d'abord étudiée. Cette bande fut ensuite couverte avec du calcium métallique par sublimation d'un fil de calcium électriquement chauffé, situé dans le tube de décharge près de la cathode. L'auteur détermina à plusieurs températures la perte négative de la bande couverte de calcium. Il laissa ensuite de l'oxygène pur entrer dans l'appareil, le calcium déposé sur la cathode étant ainsi oxydé en chaux. Ensuite, on enlève l'excès d'oxygène et on mesure de nouveau la perte négative. Puis on introduisit de l'hydrogene dans l'appareil et on rechercha l'effet de ce gaz sur la perte négative. On peut résumer comme suit les résultats obtenus : 1° la perte négative du calcium est plus grande que celle du platine à la même température; 2° en oxydant le calcium déposé sur la cathode en chaux, il se produit une grande augmentation dans la perte négative, contrairement à ce qu'on attendait, car on supposait que la présence dans la molécule de chaux de l'atome électro-négatif de l'oxygène agirait comme force attractive tendant à retenir le corpuscule s'échappant, et que par conséquent la perte de la chaux serait moindre que celle du calcium dans les mêmes conditions; 3° la perte négative de la chaux dans l'hydrogène est beaucoup plus considérable que dans l'air ou l'hélium. — M. **B. Hopkinson** décrit un *calorimètre enregistreur pour les explosions.* La chambre à explosion est entourée, dans sa partie cylindrique, d'une bande de cuivre enroulée en hélice. La méthode consiste à enregistrer l'augmentation de résistance de la bande de cuivre quand l'explosion se produit; l'augmentation de résistance est proportionnelle à l'augmentation de température moyenne de la bande. Connaissant la capacité calorifique du cuivre, la chaleur totale qui l'a traversé à chaque instant peut être obtenue d'après le diagramme enregistré, après application de certaines corrections La résistance est obtenue en faisant passer un courant connu (d'environ 8 ampères) à travers la bande et en enregistrant le potentiel aux bornes de la bande au moyen d'un galvanomètre à réflexion.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Mars 1907.

M. **Pochin** présente un instrument décrivant des spirales logarithmiques, au moyen duquel les principales propriétés des logarithmes et des spirales équiangulaires peuvent être établies comme résultats expérimentaux. — M. **W. A. Price** décrit un instrument construit sur des principes analogues et qui permet de tracer la courbe exponentielle $y = a\,e^{x/b}$. — M. **T. H. Blakesley** décrit des assemblages de barres disposées en croix de telle façon que leurs extrémités soient toujours sur une circonférence; ces « treillis logarithmiques » peuvent servir pour certains calculs.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 21 Mars 1907.

M. **Em. Fischer**, continuant ses recherches sur les polypeptides, a préparé un octodécapeptide, la *l*-leucyltriglycyl-*l*-leucyltrigycyl-*l*-leucyloctaglycylglycine. — M. **F. S. Kipping**, en sulfonant le *dl*-benzylméthyléthylpropylsilicane, a obtenu un mélange d'acides benzyléthylpropylsilicolsulfonique, $(C^2H^5)(C^3H^7)Si(OH).CH^2C^6H^4.SO^3H$ et d'acide *dl*-benzylméthyléthylpropylsilicanesulfonique $(CH^3)(C^2H^5)(C^3H^7)Si.CH^2C^6H^4.SO^3H$, dont il a isolé les sels de *l*-menthylamine, F. 210°-212° et 121°-123°. — M. **H. J. H. Fenton** a obtenu, dans des conditions appropriées, par l'action de Mg sur une solution aqueuse de CO^2, une quantité appréciable de formaldéhyde. D'autre part, il a réduit par Mg l'acide formique en aldéhyde. — M. **G. T. Moody** communique de nouvelles expériences qui montrent que, dans la rouille du fer, le métal est d'abord dissous par un acide avec formation de sel ferreux, qui ultérieurement s'oxyde en rouille. — M. **J. Ch. Philip** a étudié l'influence des non-électrolytes et des électrolytes sur la solubilité des gaz peu solubles dans l'eau. Il suppose que ces substances n'ont par elles-mêmes aucune influence; mais, si une hydratation intervient, la partie du solvant ainsi combinée n'absorbe plus de gaz. — MM. **W. J. Pope** et **S. J. Peachey**, par action de CH^3MgI sur le chorure platinique, ont obtenu l'iodure de triméthylplatiniméthyle $(CH^3)^3PtI$; bouilli avec Ag^2O, il est converti en hydrate $(CH^3)^3Pt.OH$. L'hydrate, traité par l'acide nitrique, donne le nitrate, et celui-ci le chlorure par précipitation avec un chlorure alcalin. — MM. **R. S. Morell** et **A. E. Bellars**, en ajoutant à une solution alcoolique de guanidine divers sucres, ont obtenu des précipités blancs microcristallins, dont la formule, pour les composés avec le dextrose, le lévulose et le mannose, est $3\,C^6H^{12}O^6.2\,CAz^3H^5$. Ces composés en solution présentent la mutarotation. — Mlle **A. Homer**, par l'action d'$AlCl^3$ sur le naphtalène, a obtenu : le ββ-dinaphtyle, le tétraméthylnaphtalène, le tétraméthylérythrène $C^{20}H^{22}$ et le tétranaphthyle $C^{40}H^{26}$. — M. **P. C. Ray** a préparé l'hyponitrite mercureux à l'état pur. Il est décomposé par la chaleur avec dégagement d'Az, Az^2O et AzO; l'hyponitrite d'argent donne les mêmes gaz. — MM. **Th. S. Patterson** et **J. Kaye** ont préparé le diacétyl-i-tartrate de *l*-menthyle et mesuré sa rotation optique ; les résultats fournissent un argument décisif contre l'hypothèse de van't Hoff concernant la superposition optique. — MM. **R. W. L. Clarke** et **A. Lapworth**, en condensant le cyanhydrate de benzylidène-aniline avec la carvone, ont obtenu la phénylimino-β-benzoyldihydrocarvone, qui est hydrolysée par les acides en deux β-benzoyldihydrocarvones stéréoisomères. — MM. **C. F. Cross**, **E. J. Bevan** et **F. J. Briggs** ont constaté que l'amidon imbibé de CS^2 et traité par NaOH est transformé en éther xanthogénique de l'amidon. — MM. **R. Robertson** et **S. S. Napper** décrivent une méthode pour la détermination de petites quantités de peroxyde d'azote, basée sur les changements observés dans le spectre d'absorption caractéristique de ce corps lorsque sa concentration augmente dans des mélanges dilués. — Les mêmes auteurs ont étudié la décomposition du coton-poudre lorsqu'il est chauffé : dans le vide, dans un courant de CO^2, dans le bioxyde d'azote, dans l'air. Dans tous les cas, plus d'un dixième de l'azote dégagé l'est sous forme de peroxyde. — MM. **J. N. Collie** et **Th. P. Hilditch**, en faisant agir l'acide sulfurique à 85 % sur l'acide déhydracétique et versant le produit dans l'eau, ont obtenu un acide isomère, F. 99°, qui est un acide pyronecarboxylique.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 8 Mars 1907.

M. **F. Howles** expose quelques-uns des récents procédés de combustion électro-thermique de l'azote atmosphérique. Cette question a été traitée à plusieurs reprises dans la *Revue*.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 30 Mars 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. P. H. Schoute présente au nom de M. S. L. van Oss : *Equilibre de systèmes de forces et de rotations dans l'espace* ε_4. Dans le cas de onze forces suivant des droites fixes quelconques, il n'y a en général qu'une distribution unique des rapports des intensités, de manière que le système des forces soit en équilibre. Pour que n forces $(11 > n > 4)$ en équilibre n'admettent qu'une distribution unique des rapports des intensités, il faut et il suffit qu'elles appartiennent simultanément à $21 - n$ complexes linéaires. Rapport entre les théorèmes fondamentaux de la géométrie de l'espace ε_9 et ceux de la théorie des vis de M. R. S. Ball. — Ensuite M. Schoute présente la thèse de M. M. G. de Boer : « De rationale krommen van den vijfden graad in R_4 en R_5 » (Les courbes rationnelles de l'ordre cinq dans les espaces ε_4 et ε_5). — Enfin M. Schoute présente au nom de M. F. Schuh, pour les Mémoires de l'Académie : « Sur le lieu des points du plan dont la somme des distances à n droites données est constante, et les questions analogues pour les espaces à trois et plusieurs dimensions ». Sont nommés rapporteurs MM. Schoute et J. Cardinaal. — M. C. Lely : *Vitesse du courant dans un canal ouvert à Panama.* Après un examen minutieux, le Gouvernement américain a commandé l'exécution d'un projet de canal à haut niveau (de 25m,9 de hauteur au-dessus du niveau moyen de la mer) à trois systèmes d'écluses ; à côté de ce projet, une minorité du « Board of consulting Engineers » avait proposé un canal à niveau à un seul système d'écluses. Ce système figurerait comme séparation entre l'Océan Atlantique et l'Océan Pacifique ; de part et d'autre de ce système d'écluses, le canal serait en communication libre avec les deux océans. Maintenant on se demande s'il n'aurait pas été possible d'omettre, dans le projet de la minorité, ce système d'écluses et de construire un canal tout à fait ouvert, comme le canal de Suez. En 1879, la Commission technique du Congrès international de Paris jugea un système d'écluses, près de l'extrémité de Panama, absolument nécessaire ; cette opinion se basait sur l'hypothèse que ce canal sans écluse présenterait des vitesses de courant de 2 à 2m,50 à la seconde, dues au mouvement des marées, quoique les auteurs du projet original, MM. Wyse et Reclus, eussent conclu, par analogie avec le canal de Suez, que les vitesses ordinaires ne surpasseraient pas 0m,90 (sous l'influence du vent 1m,30 à 1m,35) par seconde. M. Lely examine de plus près cette question des vitesses de courant dans un canal sans écluse. Sa conclusion s'accorde avec celle de l'Académie des Sciences de Paris en 1887, que les vitesses de courant dues au mouvement des marées et dans un canal sans écluse ne seraient pas préjudiciables aux intérêts de la navigation.

2° Sciences physiques. — M. W. H. Julius : *Longueurs d'onde des maxima d'émission et d'absorption dans le spectre ultra-rouge trouvées antérieurement.* Si l'on veut déterminer le lieu d'une bande d'émission ou d'absorption du spectre ultra-rouge obtenu à l'aide d'un prisme de sel gemme, la longueur d'onde correspondante montre toujours une incertitude, pour une partie considérable du spectre, plus grande que l'erreur probable de l'observation ; cela tient à ce qu'on n'est pas tout à fait d'accord sur l'allure de la ligne de dispersion du sel gemme. Récemment, M. W. J. H. Moll a comparé entre elles les deux lignes de dispersion qu'on déduit des séries d'observations de M. H. Rubens et M. S. P. Langley à l'aide de la formule de Ketteler. Les résultats de Langley se rapportent à la température de 20° ; ceux de Rubens ont été réduits à cette température. M. Moll trouva que le parfait accord entre les deux lignes dans le spectre visible a pour conséquence que, dans toute la partie ultra-rouge, les longueurs d'onde des rayons d'indices de réfraction donnés d'après Langley surpassent celles de Rubens ; ainsi à 1,5 μ, la différence est 0,028 μ, et cette différence s'élève à 0,062 μ pour 3 μ environ, pour diminuer ensuite à 0,032 μ pour 8,5 μ. Si l'on cherche réciproquement la différence entre les indices de réfraction attribués par Langley et Rubens à des rayons de la même longueur d'onde, les déviations dans tout le domaine de 4 μ à 8,3 μ sont sensiblement égales à 1,5 unité de la quatrième décimale : cependant, les moyens dont on dispose à présent permettent une exactitude beaucoup plus grande. Quand l'auteur publia ses premiers résultats sur les spectres d'émission et d'absorption ultra-rouges (1887-1891), il n'avait en main que les déterminations de la dispersion du sel gemme de Langley, limitées à 5,3 μ ; aussi, il les exprima dans la forme originale, c'est-à-dire en angles de déviation minima, réduits à la température de 10°. Pour le besoin d'une évaluation grossière des longueurs d'onde, il prolongea la ligne de dispersion de Langley par une droite. Malheureusement, ces résultats, obtenus à l'aide d'extrapolations, ont été insérés dans plusieurs manuels (Winkelmann, Kayser, Chwolson). Ici, l'auteur corrige ses résultats antérieurs ; il fait connaître les indices de réfraction découlant immédiatement de ses observations et y joint les longueurs d'onde déduites des lignes de dispersion de Langley et de Rubens. — Ensuite, M. Julius présente la thèse de M. W. J. H. Moll : « Onderzoek van ultra-roode spectra » (Examen de spectres ultra-rouges). — M. J. D. van der Waals : *Contribution à la théorie des mélanges binaires.* Suite (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 299). Discussion détaillée de la forme des lignes $q =$ const. en présence de la ligne $\frac{d^2\psi}{dx^2} = 0$; à chaque point d'intersection de la ligne $q = c$ avec la ligne $\frac{d^2\psi}{dx^2} = 0$, la tangente à la ligne $q = c$ est parallèle à l'axe des x. Groupe de lignes $q = c$ à volume maximum et volume minimum. Point d'inflexion de la ligne $q = c$ à l'intérieur de la ligne $\frac{d^2\psi}{dx^2} = 0$, etc. Etude de la ligne spinodale et des points de plissement. Groupe de lignes $q = c$ à quatre points d'intersection avec la ligne spinodale. Points de plissement homogènes et hétérogènes. Nouvelle forme de l'équation différentielle de la ligne spinodale. — Ensuite, M. Van der Waals présente : *La forme de l'isotherme empirique pendant la condensation d'un mélange binaire.* Dans la position des axes coordonnés admise par l'auteur, l'isotherme empirique ne possède en général aucun point à tangente horizontale. Cas d'exception. — M. H. Kamerlingh Onnes, aussi au nom de M. W. H. Keesom : *Contribution à la connaissance de la surface* ψ *de van der Waals.* XV. Cas où l'une des deux composantes est un gaz sans attraction, à molécules admettant des dimensions. Suite (voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XVII, p. 300). 7. La forme des lignes spinodales et des plis dans le cas où les molécules de l'une des deux composantes exercent une attraction faible. — M. C. H. Wind : *Une hypothèse sur l'origine des rayons Röntgen.* L'auteur suppose que non seulement les éléments du rayon cathodique, mais, à côté de ceux-ci, les atomes de l'anticathode seraient les centres principaux d'émission des rayons Röntgen. L'admission de cette hypothèse donne une signification plus importante à la détermination expérimentale de la « longueur d'onde » de ces rayons, à cause de son rapport intime avec le diamètre des atomes. Plusieurs questions attendent une solution expérimentale. — M. H. A. Lorentz présente la thèse de M. H. B. A. Bockwinkel : « Van de stralingsverschijnselen in bewogen stelsels » (Des phénomènes de rayonnement dans des systèmes en mouvement), et au nom de M. J. M. van Bemmelen : « De ontdekking van sodabereiding uit keukenzout door Leblanc-Dizé ». (La préparation de la soude d'après le procédé Leblanc-Dizé).

3° Sciences naturelles. — M. A. A. W. Hubrecht :

La génération des corpuscules rouges du sang de Galeopithecus volans. — Rapport de MM. Hubrecht et Max Weber sur l'étude de M. **Hans Strahl** de Giessen : « Der Uterus puerperalis von *Erinaceus europaeus L.* » (L'utérus puerpéral du hérisson). Le travail va paraître dans les Mémoires de l'Académie. — Enfin, M. Hubrecht présente la thèse de Mlle **M. van Herwerden** : « Bijdrage tot de kennis van menstrueelen cyclus en puerperium » (Contribution à la connaissance du cycle menstruel et de l'état puerpéral), et de lui-même : « Normaltafeln zur Entwicklungsgeschichte des Koboldmaki und des Plumplori » (Tableaux normaux sur l'embryologie du *Tarsius spectrum* et du *Nycticebus tardigradus*). — M. C. E. A. Wichmann présente au nom de M. **L. Rutten** : *Les Trichéchides fossiles de la Zélande hollandaise et de la Belgique.* 1. Description du crâne, comparaison avec celui du Morse. 2. Comparaison du crâne avec les Trichéchides fossiles déjà connus. — M. J. W. Moll présente la thèse de M. **Ph. van Harreveld** : « Die Unzulänglichkeit der heutigen Klinostaten für reizphysiologische Zwecken ». (L'insuffisance des clinostats actuels pour les recherches physiologiques sur les excitations). — M. G. C. J. Vosmaer présente la thèse de M. **G. J. de Groot** : « Aanteekeningen over de ontwikkeling van *Scoloplos Armiger* » (Annotations sur le développement du *Scoloplos Armiger*).

P. H. Schoute.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Mars 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. E. **Millosevich** annonce qu'il a découvert une étoile variable dont il donne la position ; l'éclat de cette étoile, de couleur jaune, est en décroissance. — M. **S. Medici** donne la démonstration du théorème sur lequel M. Fubini, dans une précédente communication, s'est appuyé pour prouver que le problème de Dirichlet, dans certaines hypothèses, peut se considérer comme un problème de minimum. — M. **H. Lebesgue** : Sur la recherche des fonctions primitives par l'intégration.

2° Sciences physiques. — M. **A. Battelli** a déterminé les chaleurs spécifiques des liquides se solidifiant à des températures très basses ; les liquides étudiés ont été l'éther éthylique, l'éther de pétrole, les alcools éthylique et amylique, le toluène, le bromure d'éthyle, le sulfure de carbone. — M. **A. Blanc** a entrepris des expériences pour déterminer la diminution de l'activité d'une préparation de radiothorium qui renferme des quantités non appréciables de thorium ; il a cherché à établir la loi de désactivation et la valeur de la constante correspondante. Cette constante est de 737 jours pour la désintégration de la moitié du nombre d'atomes existant dans une certaine masse de radiothorium. — M. **A. Gallarotti** a repris les expériences de Perrin et de Mac Clung sur l'ionisation des gaz avec les rayons Röntgen ; ceux-ci sont arrivés à des conclusions très différentes sur la relation entre l'intensité de l'ionisation et la température ; M. Gallarotti a trouvé que cette intensité est indépendante de la température. — M. **L. Marini** établit une comparaison entre les aéromètres à immersion partielle et à immersion totale, pour la mesure de la densité de l'eau de mer, qui ont été employés dans plusieurs expéditions ; et il montre les modifications à apporter à ces instruments et les méthodes de mesure qui donnent des indications exactes jusqu'à la cinquième décimale. — MM. **A. Angeli** et **G. Marchetti**, après avoir étudié la façon dont se comportent les indols et les pyrrols sous l'action de l'acide nitreux, donnent une plus grande généralisation à la réaction qu'ils ont découverte, examinant les dérivés dans lesquels l'hydrogène aminique est remplacé par l'oxhydrile. — M. **G. Gallo** expose une méthode qui sert à la détermination volumétrique exacte du titane. — M. **I. Bellucci** et M. **F. Donnini** décrivent leurs recherches sur un cobaltite cobalteux et potassique. — MM. **G. Magri** et **G. Ercolini** indiquent un procédé pour séparer quantitativement le fer du titane et de l'aluminium, appliquant l'emploi de la membrane à l'analyse électrolytique quantitative. — M. **L. Cambi** a fait des recherches sur la formation des sels doubles dans des solvants différents de l'eau. — M. **R. Ciusa** et **C. Agostinelli** communiquent leurs expériences sur l'action du chlorure de picryle sur les phénylhydrazones des aldéhydes aromatiques. — M. **B. Oddo** décrit d'autres combinaisons des composés organo-magnésiens mixtes avec les bases pyridiques et quinoléiques. — M. **G. Buglion** et **I. Simon**, observant que, depuis quelque temps déjà, on établit en pharmacologie une distinction marquée entre action et toxicité physique, et action et toxicité chimique des médicaments, ont entrepris l'étude pharmacologique, fondée sur les lois physico-chimiques, des solutions de l'alcool et des anesthésiques. — M. **G. A. Barbieri** s'occupe du passage, par oxydation, des composés céreux aux composés cériques ; avec M. **A. Volpino**, le même auteur étudie les propriétés catalytiques des éléments des terres rares, propriétés que l'on utilise dans la Chimie industrielle.

3° Sciences naturelles. — M. **G. Di Stefano** s'occupe des prétendus phénomènes de charriage en Sicile, qui ont été signalés par MM. Lugeon et Argand ; il démontre que cette hypothèse manque de base, puisqu'elle est contredite par les conditions géologiques. — MM. **C. De Stefani** et **A. Martelli** ont examiné les stratifications de l'île d'Arbe au Guarnero et en décrivent les fossiles. — M. **L. De Marchi** démontre que les déplacements élastiques produits dans les couches terrestres par le transport continu des matériaux des zones de dégradation continentale aux zones de sédimentation océanique, sont suffisants à expliquer les lignes générales du relief terrestre et les caractères fondamentaux des rides orogénétiques. — M. **A. Rosati** décrit deux roches importantes du vallon de Monfeis, près Demonte ; ce sont un schiste octolithique et une amphibolite sodique, dont il a fait l'étude microscopique. — M. **E. Clerici** remarque que l'indice de réfraction est un excellent moyen de détermination des minéraux, mais que la méthode d'immersion dans des liquides dont on connaît déjà l'indice peut être améliorée, en substituant aux liquides organiques, dont on fait ordinairement usage, les solutions aqueuses que l'on prépare au moment même de s'en servir ; il donne des détails sur cette préparation et sur la manière d'opérer. — M. **A. Serra** présente les résultats de ses recherches chimiques sur les échantillons de pyrrotine de la Sardaigne qui se trouvent à l'Institut de Minéralogie de Sassari. — M. **L. Pigorini** signale et décrit la diminution de la toxicité du nitrate d'argent traité avec du disulfate sodique, et l'influence que la lumière exerce sur ce phénomène. — M. **A. Russo** expose les méthodes qu'il a suivies et les résultats obtenus, pour augmenter artificiellement la production du sexe féminin chez les lapins, et pour fixer dans la première génération des croisements les variétés récemment obtenues. — M. **U. Mosso** rappelle la sensation de fatigue, d'épuisement que l'on éprouve au commencement de la digestion, et il décrit une série de recherches qu'il a exécutées pour étudier, avec l'ergographe, les courbes de la fatigue, avant et après l'ingestion des aliments. Ces expériences, très détaillées, démontrent qu'il doit se former dans notre organisme, après avoir mangé, des produits toxiques qui sont portés par le sang aux muscles, dont ils diminuent l'activité. Ces substances toxiques sont rapidement éliminées ou détruites, et leurs effets dépendent de la qualité et de la quantité des aliments.

Ernesto Mancini.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 10 30 MAI 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Election de M. H. Douvillé à l'Académie des Sciences. — L'Académie a récemment nommé membre de sa Section de Minéralogie, en remplacement de feu Marcel Bertrand, M. H. Douvillé, professeur de Géologie à l'Ecole des Mines.

On doit au nouvel académicien une longue suite de recherches d'ordre paléontologique, stratigraphique et tectonique, relatives : d'une part à la détermination des terrains de plusieurs régions de l'Afrique et de l'Asie d'après des échantillons de leurs faunes fossiles rapportés par nos explorateurs, d'autre part aux grandes questions de Géologie générale actuellement à l'ordre du jour. M. Douvillé a notamment pris une position d'avant-garde dans la discussion des faits qui, depuis les beaux travaux de Suess et de Marcel Bertrand, commencent à jeter quelque lueur sur l'architecture du globe terrestre et son évolution depuis la période primitive jusqu'à nos jours. Ses savantes investigations ont fortement contribué au progrès des études destinées à relier la Géologie à la Mécanique et à l'Astronomie.

Election de M. H. Le Chatelier à l'Académie des Sciences. — Dans sa séance du 6 mai 1907, l'Académie des Sciences a élu M. H. Le Chatelier membre de sa Section de Chimie, en remplacement de feu Henri Moissan. Cette élection vient consacrer officiellement la valeur de travaux qui, sans doute par suite de leur diversité apparente et de l'appel qu'ils ont dû faire à plusieurs groupes de sciences, n'ont pas toujours été appréciés autant qu'ils le méritaient.

M. H. Le Chatelier s'est fait depuis longtemps le champion de l'application de la science à l'industrie; mais, mieux préparé et plus persévérant que la plupart de ceux qui avaient tenté quelque effort dans ce sens, il ne s'est pas laissé arrêter par les réelles difficultés rencontrées sur son chemin.

Les problèmes scientifiques dont l'étude des phénomènes industriels nécessite la solution sont, en effet, des plus compliqués; en ce qui concerne, en particulier, les industries qui utilisent les phénomènes d'ordre chimique, on n'y voit qu'exceptionnellement intervenir les lois simples de la stœchiométrie chimique, et on y utilise surtout des réactions incomplètes, de même qu'on y prépare principalement des corps dont la constitution complexe permet de réaliser des propriétés exceptionnelles, mélanges dont le microscope seul permet de déceler l'hétérogénéité ou même mélanges isomorphes ou solutions solides, toutes choses que les études de Chimie scientifique laissaient complètement de côté il y a encore quelques années.

M. H. Le Chatelier a donc été naturellement conduit à des travaux portant sur ce qu'on a appelé la Mécanique chimique ou la Physico-chimie, et il a contribué, pour une part importante, à établir les principes de cette science naissante, à en préciser et à en généraliser l'application. Les lecteurs de la *Revue générale des Sciences* ont eu la primeur de certaines des études qu'il a publiées sur ce sujet, soit seul, soit en collaboration avec M. Mouret. Ces recherches, d'ordre purement théorique, qui avaient pour but de classer les phénomènes complexes laissés de côté jusque-là dans les études scientifiques proprement dites, M. H. Le Chatelier les a appliquées à de nombreuses questions industrielles, dans lesquelles il est arrivé ainsi à d'importants résultats pratiques. Sans vouloir énumérer ces différentes applications, nous rappellerons : les recherches sur la combustion et l'inflammation des mélanges gazeux (notamment du grisou), effectuées en commun avec Mallard, et qui ont conduit à la découverte des explosifs de sûreté actuellement employés dans les mines grisouteuses; les études sur les chaux, ciments et mortiers, sur les produits céramiques, et enfin les études sur les alliages métalliques, études qui forment la base de la nouvelle branche de science à laquelle on donne le nom de Métallographie.

Au cours de ces différentes recherches, M. H. Le Chatelier a créé des appareils dont plusieurs sont devenus d'un usage courant et parmi lesquels il convient de citer spécialement le pyromètre thermo-électrique, qui fournit une solution particulièrement heureuse de la mesure des températures élevées et dont on ne compte plus les applications, tant dans les usines que dans les laboratoires en France et, plus encore peut-être, à l'Etranger. **G. Charpy.**

§ 2. — Nécrologie

D. I. Mendéléeff. — La Russie vient de perdre l'un de ses plus grands savants, dont la réputation était universelle : Dmitri Ivanowitch Mendéléeff, né le 7 février 1834, à Tobolsk, en Sibérie, mort à Saint-Pétersbourg, le 2 février 1907. Il fit son éducation au Gymnase de Tobolsk et dans la Section scientifique de l'Institut Pédagogique de Saint-Pétersbourg, institution qui a pour but de former des professeurs de gymnases. Il eut une brève période d'activité comme professeur, et obtint ensuite le diplôme de *Magister Chemiæ* à l'Université de Saint-Pétersbourg en 1856. Après un séjour de deux ans à Heidelberg, il devint Professeur de Chimie à l'Université de Saint-Pétersbourg, fonction qu'il conserva jusqu'à sa mort.

Mendéléeff a été un écrivain très prolifique; il a travaillé dans chaque branche de la science chimique. Il augmenta nos connaissances sur la Minéralogie et la Géologie chimique et entreprit plusieurs recherches de grande importance en Chimie organique. Il a publié en 1863 la première encyclopédie russe de Chimie technique. Son influence sur l'industrie du pétrole russe a été des plus considérables. Mais la réputation de Mendéléeff repose pricipalement sur ses contributions à la Chimie physique et à la Philosophie chimique; parmi les plus importantes, on peut citer ses recherches sur les volumes spécifiques, entreprises à la suite du travail de Kopp, tandis qu'il était encore étudiant, en 1855, et continuées jusqu'en 1870.

Mendéléeff était considéré comme un professeur de talent. Deux générations de chimistes russes lui doivent leur formation. Son Traité de Chimie organique fut le travail marquant de l'époque; ses « Principes de Chimie », imprimés en 1869, eurent sept éditions en Russie et trois en Angleterre. C'est un véritable trésor d'idées, duquel les savants ont constamment tiré des suggestions pour de nouvelles recherches.

Dans ce livre, Mendéléeff a développé la grande généralisation connue sous le nom de *Loi périodique*. Partant de cette idée que les deux signes ou manifestations de la matière sont : 1° la masse, 2° l'individualité, et qu'à la fois la matière et les éléments chimiques sont indestructibles, il en déduisit qu'il doit exister quelque lien ou quelque union entre la masse et les éléments chimiques et, par conséquent, aussi entre les propriétés d'un élément et son poids atomique. Cette conception l'a conduit à comparer les poids atomiques et les propriétés typiques des éléments; il en résulta un Mémoire, lu devant la Société chimique russe en mars 1869, intitulé : « Sur le rapport des propriétés et des poids atomiques des éléments ». Ce Mémoire renfermait, en somme, tous les points de la Loi périodique telle qu'elle est maintenant généralement acceptée, et dans les articles subséquents de l'auteur on ne trouve que des applications des mêmes principes.

Dans son traité, Mendéléeff indique que, lorsqu'il arrangea le système périodique, il fit usage des précédentes recherches de Dumas, Gladstone et Pettenkofer sur les poids atomiques des éléments alliés; il ne connaissait pas les travaux de de Chancourtois et de Newlands. Ce dernier, cinq ans auparavant, avait attiré l'attention sur la périodicité des propriétés des éléments disposés dans l'ordre de leurs poids atomiques, et avait suggéré que les espaces inoccupés dans la table pouvaient être remplis par des éléments alors inconnus, ou par des éléments connus dont les poids atomiques n'avaient pas été déterminés exactement. Le travail de Newlands, cependant, avait été reçu avec incrédulité et même dérision, et il était réservé à Mendéléeff d'éveiller l'intérêt réel du monde scientifique sur ce sujet. On le doit particulièrement au fait qu'il avait une si profonde conviction de l'universalité du principe qu'il avait énoncé, qu'il n'hésita pas à pronostiquer en sa faveur et même à corriger des poids atomiques acceptés. Ainsi il prédit non seulement l'existence, mais aussi les propriétés générales et la conduite chimique de nouveaux éléments jusqu'alors non découverts, pour remplir les blancs de la table qu'il avait construite; et lorsqu'on isola le gallium, le scandium et le germanium, on reconnut qu'ils réalisaient ces prédictions d'une manière frappante; l'existence des gaz inertes de l'atmosphère avait été aussi déduite de la Loi. De plus, les recherches de Roscoe et de Zimmermann ont montré que Mendéléeff avait eu aussi raison en réduisant le poids atomique de l'uranium à 120, le faisant ainsi correspondre avec le système périodique, alors qu'en 1869 on l'avait généralement fixé à 240.

La dernière œuvre du chimiste russe fut sa « conception chimique de l'éther », que la *Revue* a fait connaître à ses lecteurs[1]. Elle témoigne de la profondeur et de l'originalité des vues de Mendéléeff.

§ 3. — Astronomie

La figure des planètes. — M. Liapounoff publie[2] la première partie des recherches qu'il avait annoncées précédemment[3] sur l'équilibre d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation. Cette première partie est déjà complète à elle seule, et contient toute la solution générale de la question.

Le géomètre russe s'est proposé, on le sait, de trouver, pour les figures d'équilibre peu différentes d'un ellipsoïde de Maclaurin ou d'un ellipsoïde de Jacobi, non plus une première approximation, mais une solution rigoureuse, représentée par des développements dont la convergence puisse être établie.

En partant de figures peu différentes d'un ellipsoïde, M. Liapounoff impose d'ailleurs à ces figures, par rapport à l'ellipsoïde en question, une sorte de « voisinage du premier ordre » (au sens que ce mot a chez Weierstrasss) : c'est-à-dire qu'il admet (au moins dans le travail actuel) non seulement que la distance entre les deux surfaces est partout très petite, mais que les oscillations de cette distance sont aussi limitées en rapidité.

Dans ces conditions, par un point quelconque de la surface limite cherchée S, faisons passer un ellipsoïde E′ homofocal à l'ellipsoïde primitif E. L'attraction de la couche comprise entre E et E′ peut évidemment se développer suivant les puissances de la différence ζ qui existe entre les paramètres qui définissent les deux ellipsoïdes.

Il s'agit ensuite d'évaluer l'attraction de la couche (tantôt positive et tantôt négative) comprise entre E′ et S. A cet effet, imaginons que, pour chaque point de S, on réduise ζ dans un même rapport ε (compris entre zéro et un). La couche à évaluer sera, elle aussi, réduite dans un rapport du même ordre que ε; et, ainsi modifiée, son attraction sera développable suivant les puissances de ε. On constate que, moyennant les limitations précédemment admises pour ζ et ses variations, ce développement a un rayon de convergence supérieur à l'unité, de sorte qu'il est valable pour $\varepsilon = 1$ et représente le terme complémentaire cherché.

Le premier membre de l'équation du problème ayant ainsi été développé en somme de termes de différents ordres, on peut procéder par approximations successives. Chacune d'elles conduit à la résolution d'une équation intégrale de Fredholm.

L'emploi de la méthode générale de Fredholm n'est, d'ailleurs, pas nécessaire dans ce cas. Grâce à ce fait qu'on part d'un ellipsoïde, les fonctions de Lamé suffisent.

Pour que l'on trouve des figures d'équilibre non ellipsoïdales, il faut que le déterminant de l'une quelconque de ces équations intégrales (lesquelles ne diffèrent entre elles que par leurs seconds membres)

[1] Voyez la *Revue* du 15 août 1904, p. 719.
[2] *Mémoires de l'Ac. des Sciences de Saint-Pétersbourg* (année 1906).
[3] Voir la *Revue* du 29 février 1904.

soit nul. On obtient ainsi deux suites indéfinies d'équations, dépendant chacune d'entiers arbitraires et déterminant un ellipsoïde de Jacobi ou un ellipsoïde de Maclaurin. Au voisinage de l'un quelconque de ces ellipsoïdes, existent des figures d'équilibre correspondant à une certaine expression de la quantité ζ, savoir un développement suivant les puissances de deux paramètres α et η, lesquels ne sont pas indépendants, mais liés par une certaine relation que l'on apprend également à former.

On peut obtenir des majorantes pour les différents termes de ces développements et démontrer, par conséquent, leur convergence.

Les figures voisines des ellipsoïdes de Jacobi ont un ou deux plans de symétrie. Celles qui sont voisines des ellipsoïdes de Maclaurin en ont un nombre quelconque, ou sont même de révolution.

Il reste un certain nombre de questions intéressantes à résoudre, telles que celle de savoir combien de figures correspondent à une valeur donnée du paramètre η, lequel correspond à l'accroissement de la vitesse angulaire de rotation; celle de savoir s'il existe des figures d'équilibre ayant avec un ellipsoïde au voisinage d'ordre *zéro* (c'est-à-dire avec limitation de ζ, mais non de ses variations, etc.); c'est à elles que M. Liapounoff se réserve de consacrer un travail ultérieur.

§ 4. — Navigation

Le mouvement de la navigation dans les ports français en 1905. — La Direction générale des Douanes vient de publier le *Tableau général du Commerce et de la Navigation pour 1905*. Il y a, dans ce gros volume, une mine de documents du plus haut intérêt, dont il peut être intéressant d'envisager quelques chiffres.

Si l'on considère la période qui s'étend de 1886 à 1905, au point de vue du mouvement général de la navigation, pour notre pays, on voit que le tonnage des entrées et des sorties n'a cessé de progresser (22 millions de tonneaux de jauge en 1886; 37.920.100 tonneaux de jauge en 1905); mais on voit aussi que la plus grande part revient aux pavillons étrangers dans cette extension du mouvement maritime de nos ports. En 1905, par exemple, il ne revient à notre flotte de commerce, dans les transports ressortissant à la navigation de concurrence, que 3.066.763 tonnes à l'entrée (18,76 °/₀) et 2.198.557 tonnes à la sortie (41,22 °/₀), tandis que les parts afférentes aux pavillons étrangers sont de 81,24 °/₀ à l'arrivée et 58,78 °/₀ au départ.

Du reste, il ressort des données de divers tableaux sur l'évaluation du fret payé en 1905, que la moyenne des sommes payées aux compagnies de navigation étrangères, pendant l'année 1905, pour le transport de nos marchandises d'importation et d'exportation, aurait été de 580.000 francs environ par jour.

Le port de Marseille continue à figurer en tête des ports français où le trafic offre le plus d'activité. Pendant l'année 1905, sa part dans les transports maritimes a été de 6.521.439 tonnes de 1.000 kilogs. Le Havre en compte 3.248.291; Dunkerque, 2.998.931; Bordeaux, 2.898.858; Rouen, 2.789.092; Nantes, 1.319.247; Saint-Nazaire, 1.251.815; Cette, 794.559; Bayonne, 753.318; La Rochelle, 732.540; Caen, 663.984; Boulogne, 606.695; Dieppe, 471.085; Saint-Malo, 419.133; Calais, 400.537; Brest, 369.315; Pauillac, 339.634; Saint-Louis-du-Rhône, 338.740; Cherbourg, 300.197; Rochefort, 253.921; Le Tréport, 252.817; Honfleur, 231.455.

C'est surtout à l'entrée que se manifeste l'activité de notre mouvement maritime. Ainsi, en 1886, le tonnage des navires chargés ayant fréquenté nos ports représentait à l'entrée 12.554.394 tonneaux contre 9.164.767 tonneaux à la sortie, soit, sur 100 tonneaux à l'entrée, 73 tonneaux à la sortie. Depuis, la situation s'est améliorée; mais l'écart reste encore considérable entre le tonnage d'entrée et celui de sortie; les chiffres de la dernière année correspondent à 79,06 à la sortie contre 100 à l'entrée. La différence (20,94) représente le tonnage centésimal des navires qui, entrés avec chargements, ont dû, par suite de la rareté du fret d'exportation, repartir sur lest.

§ 5. — Physique

Phénomènes présentés par les feuilles d'aluminium dans les champs électrostatiques. — Les expériences faites par M. E. Bandl[1] sur les phénomènes présentés par les feuilles d'aluminium minces au sein d'un champ électrostatique sont remarquables surtout à cause de certaines analogies avec les phénomènes cosmiques.

Un petit morceau de feuille d'aluminium, ayant été inséré dans l'espace intermédiaire entre les boules d'une machine de Wimshurst, flotte librement dans le champ polaire de ces dernières. Dans certains cas, l'on peut même introduire dans le champ polaire deux ou trois morceaux de feuille d'aluminium, qu'on réussit toujours à maintenir en suspension, soit indépendamment les uns des autres, soit en une chaîne commune.

Dans cette expérience, il convient d'éliminer toute influence perturbatrice des différentes parties de l'appareil sur les conducteurs polaires, ainsi que toute perte monolatérale de tension sur l'une des boules polaires. Dans le cas d'une rotation constante de la machine, la feuille suspendue exécute des mouvements lents; quelquefois, l'on observe même une faible vibration. Des séries d'étincelles, reliant la feuille métallique avec l'un des pôles ou avec les deux, sont aperçues souvent à l'obscurité.

Lorsqu'on interrompt le fonctionnement de la machine, ces phénomènes continuent sans changement apparent pendant un certain temps, pourvu que la machine comprenne des condensateurs. Cependant, la feuille suspendue est graduellement troublée, commençant à osciller entre les deux boules avec une vitesse et une amplitude croissantes, aussi longtemps que la charge du condensateur y suffit. Cette dernière ayant été consommée, la feuille est généralement poussée en dehors du champ, tandis que dans d'autres cas (moins fréquents) elle va adhérer à la boule. Après avoir été lancée en dehors du champ, la feuille peut y être ramenée immédiatement en actionnant de nouveau la machine électrostatique.

Bien que ces phénomènes ne s'expliquent point d'une façon absolument suffisante, les considérations qui suivent suffiront peut-être à en donner une interprétation au moins partielle :

En vertu des effets dits de « pointe », la feuille d'aluminium est, à tour de rôle, chargée et déchargée par les deux boules, étant par là sujette aux forces correspondantes d'attraction ou de répulsion des pôles. La feuille métallique, en raison de la rapidité d'alternance du sens de la charge, exécute des vibrations longitudinales dont l'amplitude est amortie à un degré notable par la résistance mécanique relativement grande de l'air. Dans le cas d'une tension électrique suffisamment élevée, cette alternance de direction peut devenir si rapide que les vibrations résultantes échappent à l'observation visuelle, grâce aux effets amortisseurs considérables et à la fréquence élevée. Aussitôt que cet état de choses est établi, la feuille semble rester suspendue sans mouvement dans le champ électrique.

Ces considérations sont confirmées par les phénomènes qui suivent :

Un morceau court de fil métallique très mince, ayant été introduit entre deux boules métalliques reliées aux pôles d'une machine à influence et plongées dans de l'huile de lin, présente dans un champ électrique des

[1] *Physikalische Zeitschrift*, n° 4, 1907.

phénomènes tout analogues aux feuilles d'aluminium, quoique les vibrations soient observées bien plus distinctement (peut-être en raison de la masse plus grande du fil métallique). Si la charge des boules dépasse une certaine limite, une décharge par étincelles s'établit au sein de l'huile par l'intermédiaire du fil métallique suspendu. Immédiatement avant ces décharges, ces vibrations sont tout particulièrement fortes. L'effet de la résistance mécanique de l'huile se manifeste d'une façon évidente dans ce phénomène.

Comme toute perturbation monolatérale du champ électrostatique peut troubler ces phénomènes, ceux-ci sont très probablement dus uniquement à l'action du champ. Certains effets de pression électrostatique, inconnus jusqu'ici, peuvent cependant y jouer également quelque rôle.

Or, lorsqu'on vient à déformer la feuille métallique, en l'écrasant par exemple légèrement entre les doigts, les phénomènes de flottaison se compliquent immédiatement de nouvelles composantes de mouvement entrant en jeu. Le point le plus caractéristique de ces phénomènes, c'est que la feuille, dans la plupart des cas, exécute une rotation autour de son axe. Loin de rester suspendue au milieu de l'intervalle des deux boules, la feuille s'approche maintenant de l'une de celles-ci, s'attachant le plus souvent au segment supérieur. A mesure que cette « toupie électrique » s'approche de la boule, la rotation devient en général de plus en plus rapide. Cependant, dans le cas d'un fonctionnement particulièrement intense de la machine, la feuille s'élève fréquemment vers des hauteurs considérables, sans qu'il y ait une perte correspondante de la vitesse de rotation. Ces phénomènes s'accompagnent d'un vent électrique assez fort, émanant de la feuille tournante.

L'auteur a fait certaines autres expériences d'un grand intérêt sur la toupie électrique. Après avoir éloigné l'autre boule polaire aussi loin que possible de la première (reliée au besoin à la terre), de façon à constituer un champ monopolaire, la feuille suspendue, tournant autour de son axe, se met à exécuter un autre mouvement de révolution autour d'une partie considérable de la surface de la boule (le plus souvent à quelque distance de cette dernière), tout en y traçant les courbes lumineuses les plus variées. Dans une chambre obscure, ces courbes se projettent comme lignes lumineuses à la surface de la boule polaire en question. La feuille tout entière devient à son tour lumineuse et les figures si variées dues à la rotation et à la révolution sont d'autant plus belles que la forme de la feuille est plus compliquée.

Si la distance traversée dans le mouvement de rotation de la feuille augmente d'une façon notable pour une raison quelconque, le mouvement tout entier devient le plus souvent irrégulier, la toupie se rendant de la proximité des pôles vers l'équateur de la sphère polaire. Ce mouvement peut même être réglé à un certain degré à l'aide d'un conducteur (même un doigt). Si la feuille métallique est maintenue pendant quelque temps au voisinage immédiat de l'équateur de la sphère, elle se met le plus souvent à tourner autour de l'équateur ou autour d'un autre grand cercle de la sphère, à une vitesse modérée et à une distance considérable du conducteur. Dans le cas d'une révolution pareille, la rotation axiale est soit retardée, soit suspendue.

L'auteur signale l'analogie évidente qui existe entre ces rotations et révolutions combinées et les phénomènes de mouvement d'un système cosmique planétaire ou solaire. Dans les deux cas, il y a, en effet, un corps central agissant comme source d'énergie et autour duquel tourne un autre corps de substance affine, qui parfois exécute une rotation autour de son axe. Bien que ces analogies ne soient aucunement parfaites, elles pourraient suffire à expliquer certains phénomènes de perturbation planétaire, tels que les fluctuations de l'axe, etc., lesquels ne sont point dus à un effet de gravitation immédiat.

§ 6. — Electricité industrielle

Emploi de conducteurs électriques en sodium. — La hausse du prix du cuivre attire de plus en plus l'attention sur l'emploi des autres métaux pour les canalisations électriques. On a surtout envisagé jusqu'à ce jour l'utilisation de l'aluminium, déjà recommandable pour son inaltérabilité à l'air et sa légèreté, et que les prix actuels rendent plus économique que le cuivre; mais il fallait, semble-t-il, une certaine hardiesse pour songer à l'emploi d'un métal aussi mou et aussi altérable par l'air et par l'humidité que le sodium. C'est pourtant ce dernier métal que préconise l'ingénieur Betts, à la suite d'une série d'essais des plus concluants.

Une étude intéressante à faire à ce point de vue était de comparer les conductibilités par unité de poids et par unité de volume des métaux les plus usuels. Ces conductibilités peuvent se résumer dans le tableau suivant :

	CONDUCTIBILITÉ par unité de volume	CONDUCTIBILITÉ par unité de poids
	—	—
Aluminium	63	80,4
Argent	100	32,5
Cadmium	24,4	9,7
Calcium	45,1	100
Cobalt	16,9	6,8
Cuivre	97,6	37,5
Étain	14,4	6,7
Fer	14,6	6,5
Magnésium	39,4	75,5
Nickel	12,9	5
Or	76,6	13,0
Potassium	22,1	86,8
Sodium	31,4	11,0
Zinc	29,6	14,5

On voit donc que, si l'argent et le cuivre ont la plus grande conductibilité par unité de volume, c'est le sodium, et, après lui, le calcium, le potassium, l'aluminium et le magnésium qui ont la plus grande conductibilité par unité de poids : cette conductibilité est, pour le sodium, triple de celle du cuivre, qui n'occupe que le sixième rang dans ce tableau. D'autre part, on est arrivé maintenant, par les procédés électrolytiques, à abaisser à 0 fr. 85 le kilogramme et même au-dessous le prix de revient du sodium.

La grande difficulté consistait à trouver un dispositif spécial permettant d'employer ce métal sans qu'il pût s'altérer. Le procédé de M. Betts consiste à l'enfermer dans des tubes de fer ou d'acier, après l'avoir fait fondre. Pour que le remplissage puisse se faire absolument à l'abri du contact de l'air, l'opération a lieu dans une marmite hermétiquement close, terminée inférieurement par une tubulure commandée par une valve. A chacune de ses extrémités, le tube de fer ou d'acier destiné à recevoir le sodium porte un coude vissé et raccordé à un petit tube vertical : ces raccords permettent d'introduire un excès de sodium pouvant compenser la contraction qui se produit lors du refroidissement du métal en fusion. Le tube étant porté à une température supérieure à celle de la fusion du sodium, qui est de 96°, on le remplit en mettant le dispositif en communication avec la tubulure de la marmite : on n'arrête le remplissage que lorsque le sodium s'élève à un certain niveau dans le tube vertical situé à l'extrémité opposée de celle où est fixée la tubulure, extrémité qu'on a eu soin de surélever de 30 centimètres environ. On laisse refroidir le sodium; on dévisse les coudes, on détache l'excès de métal et l'on ferme les bouts avec des bouchons vissés garnis d'un mélange de graphite et d'huile. On n'a plus alors qu'à raccorder les tubes et qu'à les peindre extérieurement pour les préserver des atteintes de l'air extérieur.

Un conducteur de 40 mètres de longueur, formé de dix tubes reliés entre eux, fut abandonné pendant neuf mois à l'action de l'air sans subir la moindre altération. Essayé avec un courant continu de 500 ampères, à la

température de 0°, il donna une résistance exactement égale à celle qui avait été calculée.

M. Betts conclut de ses expériences que l'emploi du sodium pour les canalisations électriques permettrait de réaliser une économie très appréciable. Néanmoins, ces conducteurs ne devraient être employés qu'en dehors des habitations, des bois et, en général, de tout lieu où il pourrait y avoir à redouter des incendies; car une trop forte chaleur, dilatant le sodium, aurait pour résultat de faire éclater son enveloppe.

Bien que la question n'en soit encore qu'à la période d'essais, on doit savoir gré à M. Betts des résultats obtenus, qui ouvrent dès maintenant la voie à des expériences plus étendues, permettant de se rendre compte si cette utilisation du sodium doit rentrer définitivement dans le domaine industriel.

§ 7. — Chimie

Les actions électrolytiques dans le ciment armé. — On sait que l'une des propriétés les plus importantes du ciment armé, celle qui en permet une application véritablement pratique, est qu'il empêche et même arrête l'oxydation des fers et aciers bien enfermés dans un ciment de bonne qualité, dense et sain; mais les ciments armés ne sont pas exposés seulement aux actions oxydantes ordinaires des eaux et des intempéries : ils peuvent être, et ils seront de plus en plus avec l'emploi universel de l'électricité, exposés à des actions électrolytiques; il est donc très intéressant de savoir comment ils résistent à ces actions. C'est ce dont s'est, tout récemment, occupé M. A. Knudson, dans une série d'expériences des plus remarquables, publiées dans les comptes rendus de l'*American Institute of electrical Engineers* de février 1907, et que M. G. Richard a rapportées à l'une des dernières séances de la *Société d'Encouragement*.

Les expériences de M. Knudson lui ont montré que : 1° le ciment humide est de 10 à 15 fois plus conducteur de l'électricité que le ciment sec; 2° un courant entrant par un fer enveloppé de ciment et sortant par ce ciment humide oxyde le fer tout comme s'il était enfoncé dans le sol, et aux points où le courant sortirait du fer au sol, pendant cette corrosion électrolytique, il se produit une action destructive et désagrégeante du ciment lui-même.

Voici quelques détails sur ces expériences. Elles furent exécutées, après trois années de prise, sur des blocs de ciment Portland de 250 millimètres de diamètre sur 300 de hauteur, plongés dans un baquet métallique rempli d'eau pure ou salée et traversés, au centre, par un tube de fer de 50 millimètres de diamètre, pénétrant de 400 millimètres dans le bloc. Lorsqu'on ne faisait pas passer de courant de la tige au baquet au travers du ciment, on retrouvait, après une trentaine de jours de plongée dans l'eau, le bloc de ciment et son tube parfaitement intacts. Avec un courant très faible de 0,1 ampère, au bout de ces trente jours, le ciment était devenu très fragile et les tiges étaient oxydées avec une perte de poids d'environ 2 %; le ciment n'y adhérait plus que très faiblement. D'autres essais, avec différents types de ciments, ont donné des résultats encore plus frappants.

Ces résultats semblent des plus importants pour les constructions en ciment armé sous terre et à la mer, plus ou moins exposées à des actions électrolytiques le long des tramways ou des canalisations électriques sujettes à des fuites. Ils ne sont pas définitifs ni généralisables, applicables *a priori* à tous les ciments, notamment à ceux que l'on réussirait à protéger par une couche de goudron par exemple; il est aussi bien évident que les constructions en ciment armé ne seront que rarement situées dans des conditions aussi favorables que celles de ces expériences à l'action électrolytique, singulièrement diminuée, d'ailleurs, par l'emploi des courants alternatifs. Néanmoins, ces réserves faites, les résultats des expériences de M. Knudson méritaient d'être signalées comme révélant un nouvel élément de complication, et des plus sérieux, à cette question si grave et si embrouillée des actions électrolytiques provoquées par les canalisations de toute espèce sur tout ce qui les touche d'assez près.

§ 8. — Biologie

La place réelle des Mésozoaires Trichoplax et Treptoplax. — Ed. van Beneden avait établi autrefois un embranchement des Mésozoaires pour recevoir tous les organismes ayant un degré de complication intermédiaire entre les Protozoaires et les Métazoaires. A un certain moment, cet embranchement a été assez bien rempli; mais peu à peu les formes qu'on y rangeait en ont été délogées, soit par suite d'une meilleure appréciation de leur nature, comme les urnes ciliées de la cavité générale des Sipunculiens, soit parce que leur existence même est devenue plus que problématique : tels la *Salinella* de Frenzel et les Gastréades agglutinantes d'Hæckel. En voici encore deux, le *Trichoplax* et le *Treptoplax*, qui quittent les Mésozoaires pour rentrer dans un groupe bien défini, celui des Cnidaires. Ces formes très curieuses, dont l'existence objective est bien certaine, ont toujours été rencontrées dans des aquariums d'eau de mer, à Trieste ou à Naples; ce sont de petits organismes rampants, de forme irrégulière, constitués par un tissu cellulaire interne et un épithélium vibratile de recouvrement, sans aucune différenciation d'organes, et qui se multiplient activement par division. Krumbach[1] vient de retrouver des *Trichoplax* dans un aquarium, renfermant de l'eau de mer provenant de Trieste, où vivait une petite colonie de l'Hydraire *Clavatella*, qui donne naissance à la Méduse marcheuse connue sous le nom d'*Eleutheria*. Frappé de la ressemblance extraordinaire qui existe entre les tissus de la Méduse et ceux du *Trichoplax*, Krumbach a pensé que ce dernier pourrait bien provenir de l'*Eleutheria*. Celle-ci, en effet, après s'être longtemps multipliée par bourgeonnement, arrive à maturité sexuelle à la fin d'octobre et commence à rejeter des larves d'abord nageantes (*Planulas*), qui se laissent ensuite tomber au fond ou s'accolent aux glaces de l'aquarium; c'est à ce moment (début de novembre) qu'apparurent sur les glaces quelques *Trichoplax*. Il n'est pas douteux que ces derniers ne sont autres que des Planulas plus ou moins modifiées; Krumbach s'en est assuré par des élevages et des coupes histologiques. Les *Trichoplax* se multiplient activement par division, ainsi qu'il est connu, et on ne sait trop ce qu'ils deviennent ensuite; il est probable, du reste, qu'ils disparaissent. Si le rapport génétique entre l'Hydraire et le *Trichoplax* est maintenant bien certain, il reste à savoir si le *Trichoplax* est un stade normal du développement, ou si, au contraire, c'est une forme *paranomale*, suivant l'expression d'Ehlers, sorte de déviation du développement régulier sous l'influence de conditions spéciales. Le *Trichoplax adhærens* Fr. Eilh. Schulze provient de la Méduse *Eleutheria Krohni* (Trieste); le *Treptoplax reptans* Monticelli provient de l'*Eleutheria Claparedei* (Naples).

§ 9. — Sciences médicales

La maladie du sommeil. — La Mission d'étude de la maladie du sommeil vient d'envoyer de Brazzaville des renseignements intéressants. Le Dr Martin, chef de cette mission, a constaté que l'évolution et la multiplication du Trypanosome de Gambie, cause de la maladie, s'effectuent chez un Moustique du genre *Stegomyia* aussi bien que chez la Mouche *Glossinia palpalis*, qui était considérée jusqu'ici comme étant par excellence l'agent inoculateur du parasite.

Il est vrai que M. Laveran, dans son étude sur les

[1] Krumbach : *Trichoplax*, die umgewandelte Planula einer Hydromeduse (*Zool. Anzeiger*, XXXI, 1907, p. 450).

trypanosomiases, faisait l'an dernier des réserves sur ce point : il voyait dans la Glossine, non le seul, mais le principal agent de propagation, acceptant sur ce point le résultat des travaux de Dutton et de Bruce. L'observation du Dr Martin justifie le bien fondé de cette réserve. Cette nouvelle constatation a une réelle importance. On sait, en effet, que c'est déjà au genre *Stegomyia*, et en particulier à l'espèce *Stegomyia fasciata*, qu'est due la propagation de la fièvre jaune. Cette espèce, qui habite le sud des Etats-Unis et la côte orientale de l'Amérique du Sud, se trouve aussi sur les deux côtes d'Afrique, pénétrant assez loin à l'intérieur des terres.

Il faut donc, si l'on veut arrêter les progrès de la maladie du sommeil, engager contre le Moustique la lutte déjà entreprise contre les Mouches. On le fera avec d'autant plus de profit qu'en combattant le Moustique, on travaillera à réduire deux maladies au lieu d'une seule.

Aussi, à Brazzaville, on a commencé le débroussaillement de la région urbaine et on organise un service municipal d'hygiène.

§ 10. — Géographie et Colonisation

A la Société de Géographie de Paris. — Voici la liste des prix décernés par la Société, en 1907 :

Grande médaille d'or de la Société, au lieutenant-colonel Bourgeois, pour la Mission française de la mesure de l'arc méridien de Quito (1901-1906).

Prix Alexandre de La Roquette (médaille d'or), au capitaine Roald Amundsen, pour la traversée du passage du Nord-Ouest et le voyage du *Gjœa* au pôle magnétique (1903-1906).

Prix Duchesne-Fournet (6.000 francs et une médaille spéciale), à M. René Chudeau, pour sa traversée du Sahara et du Soudan.

Prix Pierre-Félix Fournier (1.300 francs et une médaille spéciale), au capitaine P. Larras, pour ses itinéraires au Maroc.

Prix Ducros-Aubert (1.400 francs et une médaille d'or), au marquis de Segonzac, pour ses missions au Maroc.

Prix Edouard Foa (1.500 francs et une médaille spéciale), à M. Pierre Prins, pour ses itinéraires dans le Dar-Fertit et la Haute-Kotto.

Prix Eugène Potron (600 francs et une médaille spéciale), à M. Raoul Blanchard, pour son ouvrage « La Flandre ».

Médaille d'or de la Société, à M. Paul Lemoine, pour ses études géologiques dans le nord de Madagascar.

Prix Barbié du Bocage (médaille d'or), à M. F.-J. Clozel, pour son ouvrage « Dix ans à la Côte d'Ivoire ».

Prix Henri Duveyrier (médaille d'or), au lieutenant-colonel E. Laquière, pour ses travaux géographiques et ses recherches sur le préhistorique dans le Sahara.

Prix Auguste Logerot (médaille d'or), à M. le Dr Paul Rivet, pour ses travaux sur les races indiennes de l'Equateur.

Prix Léon Dewez (médaille d'or), à M. J.-B. Vaudry, pour ses explorations en Bolivie.

Prix Louise Bourbonnaud (médaille d'or), au commandant de Montessus de Ballore, pour ses travaux sur les tremblements de terre.

Prix Conrad Malte-Brun (médaille d'or), au prince Louis d'Orléans-Bragance, pour son ouvrage « A travers l'Indo-Kush ».

Prix Jules Girard (médaille d'or), à MM. L. Joubin et Joseph Guérin, pour leurs travaux océanographiques sur les côtes de France.

Prix Ehrard (médaille d'or), à M. Victor Huot, pour ses travaux cartographiques.

Prix Janssen (médaille spéciale de vermeil), au lieutenant Henri Freydenberg, pour ses observations sur la région du Tchad.

Prix Charles Maunoir (médaille de vermeil), à Mme Fernande Sadler, pour sa monographie d'une commune de France (Grès-sur-Loing).

Prix Juvénal Dessaignes (médaille de vermeil), à M. Fernand Rouget, pour son ouvrage « Expansion coloniale au Congo ».

Prix Francis Garnier (médaille de vermeil), au commandant Etienne-Edmond Lunet de la Jonquière, pour ses travaux sur l'ethnographie des populations du Tonkin.

Prix Armand Rousseau (médaille de vermeil), à M. l'abbé Richard, pour sa « Géographie de l'empire de Chine ».

Médailles d'argent de la Société, à MM. V. Demontès, pour son ouvrage « le Peuple algérien » ; à M. André Cheradame, pour ses publications coloniales ; à M. René Pinon, pour ses publications coloniales.

Prix Alexandre Boutroue (médaille d'argent), à M. Jean Chautard, pour ses travaux sur la géologie du Fouta-Djallon.

Prix Charles Grad (médaille d'argent), à M. Eugène Ferrasse, pour son ouvrage « l'Hydrologie des bassins de la Cesse et de l'Ognon ».

Prix William Huber (médaille d'argent), à MM. Charles Knapp, Maurice Borel, V. Attinger, pour le « Dictionnaire géographique de la Suisse ».

Prix Alphonse Milne-Edwards (médaille d'argent), au général Paris, pour son « Index briologicus ».

Prix Alfred Molteni (médaille d'argent), à M. Paul Trouillet, pour ses illustrations coloniales.

Prix Alphonse de Montherot (médaille d'argent), à M. Georges Flusin, pour ses travaux sur le glacier du Pelvoux.

Prix Jomard (Monuments de la géographie), à M. Emile Salone, pour son « Histoire de la colonisation française au Canada ».

Le Bureau élu pour 1907-1908 est composé ainsi qu'il suit :

Président : M. Le Myre de Vilers ;

Vice-Présidents : M. le Dr Harmand et le Professeur Marcel Dubois ;

Secrétaire : M. le lieutenant-colonel Bourgeois ;

Secrétaire général : M. le baron Hulot.

§ 11. — Enseignement et Sociétés

A propos des réformes du P. C. N. — Par une circulaire ministérielle, les différents professeurs, chargés de l'enseignement du P. C. N. dans les Facultés des Sciences, viennent d'être informés qu'un « Comité de perfectionnement de l'enseignement des Sciences physiques, chimiques et naturelles, préparatoire aux études médicales » a été institué, et que « les membres de ce Comité se trouvent chargés d'une Mission permanente d'inspection des Facultés des Sciences en ce qui concerne l'enseignement du P. C. N. »

Le Comité comprend exclusivement des professeurs de l'Université de Paris : MM. Bouchard, Lannelongue, Dastre, Lippmann, Guignard. Cette sorte de tutelle des méthodes d'une Université sur celles d'autres Universités est évidemment une preuve que les méthodes de centralisation excessive n'ont pas encore fait leur temps en France. Dans les pays d'impérialisme officiel comme l'Allemagne, nous croyons que l'indépendance des diverses Universités est mieux sauvegardée. Mais notre but, ici, n'est pas d'examiner si nos Universités sont libres de leurs méthodes propres ; nous voulons appeler l'attention sur un côté plus spécial de la question du P. C. N.

Les termes particuliers de la décision que nous rappelons ci-dessus semblent montrer que l'on envisagera désormais l'enseignement du P. C. N. comme uniquement « préparatoire aux études médicales ».

Les professeurs chargés de cet enseignement dans les Universités de province sont assez surpris, paraît-il, de cette nouvelle orientation donnée à l'enseignement du P. C. N. Orientation assez imprévue pour eux, puisque les Facultés des Sciences n'ont pas été con-

sultées sur la question, ni sur les nouveaux programmes.

Lors de l'organisation initiale du P. C. N. par M. Liard, il y a douze ans, il avait été dit qu'il s'agissait d'un *enseignement préparatoire général* qui devait convenir à diverses catégories d'étudiants.

Les étudiants en médecine forment le groupe le plus important, il est vrai, mais d'autres séries d'étudiants profitent de ces enseignements, à la suite parfois de décisions officielles qui n'ont pas été rapportées; les candidats à l'agrégation de philosophie d'une part, les candidats à divers diplômes d'Université, des candidats aux grades du professorat de l'enseignement primaire supérieur, des auditeurs libres, d'autre part, semblent aujourd'hui tout à fait oubliés lorsqu'on parle de réformer le P. C. N.

Nous connaissons une Faculté des Sciences où le nombre des étudiants P. C. N. *non destinés aux études médicales*, représente, en 1907, 1/5 du nombre des étudiants P. C. N. futurs médecins. Cette proportion s'élève même jusqu'à 4/5 pour certains cours, ceux de Chimie, non représentés d'ailleurs dans le Comité de perfectionnement. Et cette Faculté est certainement une de celles qui ont le mieux compris les idées qui ont présidé à l'organisation des Universités provinciales. L'originalité de celles-ci ne peut se maintenir, et se développer, qu'en dehors de toute tutelle d'Université sœur dont les conditions de vie sont toutes différentes.

L'Université de Paris n'a peut-être utilisé le P. C. N. que comme enseignement préparatoire aux études médicales, cela est possible. Nous le répétons, et tout le monde le sait, ce n'est pas dans cet esprit que le P. C. N. a été créé. Il semblerait donc équitable, et même désirable, de n'en pas bouleverser l'organisation actuelle, en l'unifiant sans nécessité sur un nouveau plan, avant d'enquêter préalablement sur les conséquences qui peuvent en résulter pour les Facultés des Sciences de province.

Celles-ci ont des intérêts particuliers. Quelques-unes pourraient désirer le maintien du P. C. N. comme « *enseignement préparatoire général* », plutôt que de le voir se transformer en « *enseignement spécial d'initiation aux études médicales* ». Il s'agit là d'une question de principe très importante.

Si la dernière solution est adoptée, il semble que la place du P. C. N. ne sera plus nécessairement dans les Facultés des Sciences. Sa vraie place sera dans les Facultés de Médecine; on l'entend dire déjà.

Les représentants des Facultés des Sciences au Conseil supérieur de l'Instruction publique laisseront-ils faire cette réforme?

Plusieurs de nos Facultés des Sciences ne peuvent plus se passer d'un enseignement préparatoire. Elles devront rétablir chez elles un autre P. C. N., préparatoire aux enseignements scientifiques supérieurs et aux enseignements appliqués.

L'existence de deux P. C. N., dans deux Facultés voisines d'une même Université, est-elle admissible ?

Nous ne voulons pas dire que l'organisation du P. C. N. est intangible. Le P. C. N. passe par une sorte de crise de maturité. Déjà, il y a quelques années, M. Caullery a émis des idées sur une réforme du P. C. N. dans l'intérêt des enseignements scientifiques des Facultés des Sciences. Nous demandons que cet intérêt spécial de nos Facultés des Sciences ne soit pas négligé. Aussi, peut-on souhaiter que le Comité de réforme et de perfectionnement soit élargi, que la réforme enfin ne soit pas exclusivement faite dans le sens que peuvent suggérer et désirer les Facultés de Médecine. Les intérêts des étudiants en médecine et les intérêts des étudiants en sciences pures ou appliquées doivent être, semble-t-il, l'objet d'une égale sollicitude.

Personnel universitaire. — M. Curtel, docteur ès sciences, directeur de l'Institut régional agronomique et œnologique de Bourgogne, est nommé professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Dijon.

M. Grimbert, agrégé près l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris, docteur ès sciences, est nommé professeur de Chimie biologique à ladite Ecole (*fondation de la Ville de Paris*).

M. Villar, agrégé des Facultés de médecine, chef des travaux de Médecine opératoire à la Faculté de Médecine de Bordeaux, est nommé professeur de Médecine opératoire à ladite Faculté.

M. Paquier, docteur ès sciences, chargé d'un cours de Géologie à la Faculté des Sciences de Toulouse, est nommé professeur de Géologie à ladite Faculté.

M. Moureu, agrégé près l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris, est nommé professeur de Pharmacie chimique à cette Ecole.

M. James, docteur ès sciences, maître de conférences de Zoologie à la Faculté des Sciences de Toulouse, est nommé professeur adjoint à cette Faculté.

M. Œchsner de Coninck, docteur ès sciences, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Montpellier, est nommé professeur de Chimie à cette Faculté.

Un legs de quatre millions à l'Université de Paris. — Au cours de la dernière séance tenue par le Conseil de l'Université de Paris sous sa présidence, M. Liard, vice-recteur, a donné lecture du testament par lequel M. Commercy, décédé récemment, a légué à l'Université de Paris un capital de quatre millions.

Suivant la volonté du généreux testateur, les arrérages de cette fondation seront employés, conformément à la proposition du Conseil de la Faculté des Sciences, à favoriser le développement scientifique de l'Université de Paris, notamment par des bourses importantes en faveur de jeunes savants désireux de poursuivre, en toute liberté, des recherches scientifiques.

Association des Anatomistes. — La neuvième réunion de l'Association des Anatomistes vient d'avoir lieu à Lille, du 24 au 28 mars, sous la présidence de M. le Professeur Hallez, la vice-présidence de MM. Debierre, Curtis et van Gehuchten. Plus de 80 membres français et étrangers étaient présents. Quarante communications ont été faites. Les séances de l'après-midi ont été entièrement consacrées à des démonstrations macroscopiques et microscopiques, qui furent plus nombreuses encore que les communications. C'est une preuve de la vitalité de l'Association, largement ouverte à tous les anatomistes, qui sont priés de se considérer comme invités à ses réunions.

L'Assemblée a décidé que la dixième session aurait lieu à Marseille, du 12 au 15 avril 1908, sous la présidence de M. le Professeur Jourdan, la vice-présidence de MM. Darboux, Alezais et Trolard.

L'entomologiste Latreille. — La municipalité de Brive (Corrèze) vient d'informer l'Académie des Sciences qu'un Comité s'est formé pour ériger dans cette ville un monument à la mémoire de Pierre André Latreille, que les naturalistes de sa génération avaient surnommé « le prince de l'Entomologie ». Né dans cette ville en 1762, Latreille mourut à Paris en 1832, après avoir été professeur au Muséum d'Histoire naturelle et membre de l'Académie des Sciences.

L'inauguration de ce monument aura lieu le 16 juin prochain, et l'Académie y délègue MM. Edmond Perrier, directeur du Muséum et compatriote de Latreille, et Bouvier, titulaire actuel de la chaire de ce savant. Enfin la Société d'Entomologie sera représentée par M. Pierre Lenne, son président.

LES PROGRÈS RÉCENTS
DE LA MÉTHODE NOMOGRAPHIQUE DES POINTS ALIGNÉS

Instaurée en 1884 par la publication du Mémoire intitulé : *Procédé nouveau de calcul graphique*[1], la méthode des points alignés a été développée successivement dans la brochure où a paru la première esquisse de la Nomographie considérée dans son ensemble[2], puis dans le Traité[3] où cette nouvelle doctrine a pris toute son ampleur.

Il nous sera, au surplus, bien permis de rappeler que ce sont les avantages que nous avons retirés de cette méthode qui nous ont incité à entreprendre l'édification de la théorie générale dans laquelle elle est venue se fondre avec toutes les autres méthodes particulières proposées par divers auteurs, et dont aucune, d'ailleurs, sauf celle dite de l'anamorphose, de Lalanne, n'avait vu le jour avant elle[4].

Sans revenir sur les avantages pratiques, souvent mis en relief, de la méthode des points alignés, qu'atteste d'ailleurs suffisamment l'abondance des applications signalées plus loin, nous insisterons toutefois sur le fait qu'elle a donné la possibilité de représenter *directement* des équations à plus de trois variables.

Ceci appelle un mot d'explication. On peut bien, au moyen de nomogrammes à lignes concourantes[5], représenter certaines équations contenant plus de trois variables, mais simplement par juxtaposition de nomogrammes relatifs chacun à trois variables seulement, lorsqu'il est possible de faire apparaître l'équation à n variables donnée comme le résultat de l'élimination de $n-3$ variables auxiliaires entre $n-2$ équations ne contenant chacune que trois variables prises parmi ces $2n-3$ variables, données et auxiliaires[1]. Mais ce n'est que grâce à l'introduction d'éléments mobiles, permettant de réaliser des systèmes nomographiques *non condensés*[2], qu'il a été possible d'atteindre *directement* à une quatrième dimension; et c'est un tel progrès que, pour la première fois, le principe des points alignés a permis de réaliser.

Rappelons aussi l'extrême souplesse introduite dans l'application de ce principe par l'intervention de l'homographie la plus générale[3], qui n'avait peut-être été utilisée jusque-là que pour des fins purement spéculatives.

Enfin, en mettant en évidence, sans conteste possible, les avantages pratiques des modes de représentation graphique où les seuls éléments cotés sont des points, la méthode des points alignés en a fait naître d'autres, où les points cotés sont soumis à divers modes d'association dérivés de l'alignement pur et simple (alignements concourants, parallèles, en équerre, etc.) ou se ramenant à la distribution sur des lignes, invariables de forme, plus générales[4].

I

La théorie même des points alignés n'est pas restée stagnante. Le problème principal qu'elle soulève consiste, chaque fois que cela est possible, à mettre les équations à trois variables z_1, z_2, z_3 sous la forme du déterminant :

$$\begin{vmatrix} f_1 g_1 h_1 \\ f_2 g_2 h_2 \\ f_3 g_3 h_3 \end{vmatrix} = 0$$

(où f_i, g_i, h_i désignent les fonctions de la seule variable z_i). Cette transformation est depuis longtemps connue pour les types canoniques :

---

[1] *Ann. des Ponts et Chaussées*, novembre 1884, p. 531.

[2] *Nomographie. Les calculs usuels effectués au moyen des abaques.* Paris, 1891. Voir aussi la *Revue* du 30 sept. 1891.

[3] *Traité de Nomographie.* Paris, 1899.

[4] Ici se place une observation capitale : si l'on excepte celles qui en sont elles-mêmes dérivées (double alignement, alignements parallèles ou en équerre, etc.), la méthode des points alignés présente avec *toutes les autres* méthodes nomographiques, au point de vue mathématique, cette différence essentielle qu'elle dérive de l'interprétation des équations que nous avons appelées de *disjonction*, au moyen de *coordonnées tangentielles* (et même, pratiquement, de coordonnées tangentielles spéciales dites *parallèles*), tandis que — ainsi qu'il découle de notre théorie générale — toutes les autres résultent de l'interprétation des équations de disjonction au moyen de *coordonnées ponctuelles*. Les nomogrammes à points alignés (et leurs dérivés) apparaissent donc comme constituant le domaine tangentiel corrélatif du domaine ponctuel embrassant tous les autres types de nomogrammes, pour lesquels la relation de position fondamentale est le concours en un point au lieu de l'alignement sur une droite.

[5] Il faut compter parmi ceux-ci les types particuliers sur lesquels l'introduction de certains éléments mobiles a seulement pour effet de suppléer au tracé sur le plan fixe de systèmes de lignes entre lesquelles devraient être constatées des relations de concours; tel est le cas des *abaques hexagonaux* (T. N., p. 70), sur lesquels le transparent à trois index concourants tient lieu de trois faisceaux de droites parallèles; des *abaques polaires* (T. N., p. 119), sur lesquels l'échelle tournante remplace à la fois un système de cercles concentriques et un faisceau de droites convergeant au centre commun de ces cercles, etc.

[1] *Exposé synthétique des principes fondamentaux de la Nomographie.* Paris, Gauthier-Villars, 1903, n° 9.

[2] *Ibid.*, n° 2.

[3] T. N., n°s 60 à 62.

[4] A cette dernière catégorie se rattachent les nouveaux nomogrammes, dits à *points équidistants*, de M. Gercevanoff (Saint-Pétersbourg, 1906).

(1) $f_1 + f_2 + f_3 = 0$ (échelles rectilignes concourantes)[1]
(2) $f_1 f_2 f_3 = 1$ (échelles rectilignes non concourantes)[2]
(3) $f_1 g_3 + f_2 h_3 + f_3 = 0$ (2 échelles rectilignes et 1 curviligne)[3].

La question se pose dès lors de reconnaître les types généraux réductibles à ces types canoniques, et plus particulièrement ceux qui le sont par simple projection, en raison des facilités spéciales de construction correspondantes.

En ce qui concerne les types (1) et (2), la question est, depuis longtemps, entièrement résolue[4]. Toute équation linéaire par rapport à trois fonctions ne contenant chacune que l'une des variables (équation d'ordre nomographique 3) peut être ramenée projectivement au type (1) ou au type (2) (réductibles eux-mêmes l'un à l'autre par anamorphose logarithmique) si le discriminant de cette équation est nul au positif. S'il est négatif, la réduction, comme l'a montré M. Fontené, peut encore se faire, mais en exigeant alors une anamorphose transcendante[5].

M. Clark a découvert[6] que, moyennant la multiplication de l'équation par un facteur parasite convenable, fonction de deux des variables, z_1 et z_2 par exemple, on pouvait, dans tous les cas, construire projectivement un nomogramme à points alignés pour une équation d'ordre nomographique 3, à la condition toutefois de renoncer à l'emploi exclusif d'échelles rectilignes; les échelles (z_1) et (z_2) doivent, en effet, être disposées sur une même conique, l'échelle (z_3) restant rectiligne, et le type canonique correspondant s'écrit :

$$(4) \quad f_1 f_2 f_3 + (f_1 + f_2) g_3 + h_3 = 0.$$

Ce nouveau point de vue a, en outre, amené ce savant professeur à un résultat capital concernant les équations d'ordre nomographique 4 (formées linéairement au moyen d'une fonction de chacune des variables z_1 et z_2 et de deux fonctions de z_3), savoir : si une telle équation n'est pas réductible au type (3) ci-dessus, elle l'est nécessairement au type (4), et est, par suite, représentable en points alignés par le moyen d'un nomogramme sur lequel, l'échelle (z_3) restant quelconque, les échelles (z_1) et (z_2) sont encore disposées sur un support conique commun.

L'introduction de la notion nouvelle de *valeur critique* nous a d'ailleurs permis de retrouver, en même temps que tous nos résultats d'antan, ceux tout récents de M. Clark, d'une façon vraiment simple et, en quelque sorte, intuitive[1].

Ajoutons que l'immense majorité des équations qui se rencontrent dans la pratique appartiennent à la catégorie de celles qui se ramènent projectivement aux types fondamentaux (1), (2), (3) ci-dessus

Si, d'ailleurs, il s'en trouve, par hasard, une qui échappe à ce caractère, on peut l'y ramener approximativement, au moins dans un champ de variation suffisamment borné, en utilisant pour cela l'ingénieux procédé graphique du capitaine Lafay[2].

Nous signalerons enfin la forme élégante donnée par M. Soreau[3] à la théorie générale des nomogrammes à alignements composés (concourants, parallèles, en équerre), y compris l'étude de la réduction des équations à certains types canoniques correspondant à des formes particulières, fréquentes dans les applications, de nomogrammes de cette sorte.

II

Mais si, pour une discipline qui vise — comme c'est ici le cas — un objet pratique, les progrès de la théorie ne doivent pas être tenus pour négligeables, c'est bien plutôt encore le nombre et la variété de ses applications qui méritent de retenir l'attention. A cet égard, la méthode des points alignés se présente, peut-on dire, dans des conditions exceptionnelles. La moisson qu'elle avait fait lever dès après la brochure de 1891, et que nous avons eu déjà l'occasion de signaler aux lecteurs de cette *Revue*[4], s'est accrue, depuis le *Traité* de 1899, dans des proportions qui dépassent même ce qu'on pouvait être en droit d'espérer de prime abord. Nous ne pouvons songer à donner ici un tableau de toutes ces applications qui, même nécessairement incomplet, occuperait un assez grand nombre de colonnes de la *Revue*[5]. Mais nous en choisirons parmi elles quelques-unes, venant se grouper

[1] T. N., ch. III, sect. II A.
[2] T. N., ch. III, sect. II B et C.
[3] T. N., ch. III, sect. III A.
[4] *Acta mathematica*, 1897, p. 301, et T. N., ch. VI, sect. II B.
[5] *Nouv. Ann. de Math.*, 1900, p. 494.
[6] Mémoire sous presse à la *Revue de Mécanique*, dont les principaux résultats ont été communiqués au Congrès de Cherbourg de l'*Assoc. fr. pour l'avancement des sciences* (1905). Ces résultats, énoncés sans démonstration, ont été établis par des voies différentes de celle de l'auteur et différentes aussi entre elles, d'une part par M. Soreau (second mémoire cité plus bas), de l'autre par nous-même (Notes des *Comptes rendus* citées plus bas).

[1] *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* des 28 janvier (p. 190), 29 avril (p. 895) et 13 mai 1907 (p. 1027). La théorie nouvelle, fondée sur la considération des valeurs critiques, sera développée dans le volume de l'*Encyclopédie scientifique* (Doin, éditeur), où va être publié le cours libre de *Calcul graphique et Nomographie* que nous venons de professer à la Sorbonne.
[2] *Génie civil*, t. XLIX, 1902, p, 298.
[3] *Bull. de la Soc. des ingénieurs civils*, août 1901, p. 830, et mai 1906, p. 320.
[4] T. IX, 1898, p. 116.
[5] Nous avons pu réunir, dans notre cabinet de l'Ecole des Ponts et Chaussées, tant au moyen d'extraits de divers recueils techniques que d'envois dus aux auteurs mêmes, une collection de plus de 200 exemples d'applications de la méthode, sans compter ceux que nous avons établis nous-même, que nous serons toujours heureux de placer sous les yeux des personnes que le sujet intéresse.

autour de plusieurs sujets principaux, et où se rencontre la traduction nomographique, non pas de telle ou telle formule isolée, mais de tout un ensemble de formules.

Avant de procéder à cette énumération, nous devons dire que les importantes publications de M. Soreau qui viennent d'être citées renferment un nombre considérable d'applications se rattachant à la plupart des branches que nous allons passer en revue, et qu'il y aurait lieu de faire le rappel du nom de cet auteur à propos de chacune d'elles :

1. *Physique générale.* — Une mention spéciale doit être donnée à la remarquable traduction en points alignés de la célèbre formule de Van der Waals, pour les différents gaz usuels, par le capitaine Lafay [1], qui rend absolument parlante la discussion des conséquences auxquelles elle conduit.

2. *Electricité* — L'application aux courants alternatifs a été indiquée par M. J. Eichhorn [2], au montage des lignes électriques aériennes par M. Liégeois [3].

3. *Résistance des matériaux.* — Dans ce domaine, déjà riche de la belle collection de nomogrammes de M. le professeur ingénieur D. Gorrieri [4] pour le calcul des poutres chargées (de tous les types usités dans la pratique), des applications particulières nouvelles ont été traitées en grand nombre, notamment par MM. les ingénieurs Rieger, Proell, Wolff, Ulkowski, Morel.

4. *Hydraulique.* — Rappelant ici l'élégante solution par composition d'échelles parallèles donnée par le lieutenant-colonel Bertrand pour le calcul des distributions d'eau [5], nous y joindrons l'ensemble dû à M. l'ingénieur Wolff, chef du Service des irrigations en Egypte [6], pour l'écoulement de l'eau dans les canaux, ainsi que ceux de M. l'ingénieur Morel pour l'écoulement par déversoir.

5. *Constructions navales.* — A l'occasion des essais du cuirassé *République*, M. l'ingénieur en chef de la marine Callou a réduit les calculs qu'exige une telle opération à des nomogrammes à échelles parallèles, sur lesquels les alignements sont pris grâce à un dispositif spécial très pratique.

6. *Machines.* — Nombre de formules intervenant dans la construction des machines, particulièrement dans celle des chaudières marines, ont été traduites en nomogrammes à échelles parallèles par M. l'ingénieur Vaës [1]. De même, M. l'ingénieur Proell a traduit en nomogrammes à points alignés [2], en les groupant sur une même feuille, toutes les formules intervenant dans la construction des turbines à vapeur.

Les pompes et ventilateurs ont donné lieu à des applications dues à M. Wolff et à M. Suttor. M. Dague a utilisé la méthode en vue de diverses questions relatives aux machines-outils [3].

7. *Calculs nautiques.* — M. le lieutenant de vaisseau Perret, aujourd'hui professeur à l'Ecole navale, a entrepris, avec un plein succès, de réduire à des nomogrammes à points alignés tous les calculs qui se présentent dans la pratique de la Navigation [4], y compris même ceux qui se rapportent aux occultations d'étoiles [5].

Une étude analogue a été poursuivie en Italie par M. le professeur Molfino, de l'Ecole navale de Livourne, tandis que son collègue M. le professeur Pesci fondait sur la méthode des points alignés une foule de solutions élégantes de problèmes de Cinématique navale [6].

8. *Géodésie.* — Outre les remarquables nomogrammes établis par M. le lieutenant de vaisseau Perret pour la préparation des observations circumméridiennes à l'astrolabe à prisme [7] (à l'occasion de la nouvelle détermination de la différence de longitude Paris-Brest), il convient de citer ici ceux qui ont été construits par M. E. Deville, chef du Service géodésique du Canada, pour la détermination de la hauteur et de l'azimut de l'étoile polaire [8].

9. *Topographie.* — M. le capitaine de Larminat a complété son excellente *Topographie pratique* par

[1] Feuilles autographiées du Cours de Physique de l'École Polytechnique.

[2] *Western Electrician*, 1901, p. 162.

[3] *Le Génie civil*, t. L, p. 407.

[4] *Atti del Collegio degli Ingegneri ed Architetti in Bologna* (1895) et T. N., p. 192.

[5] *Revue du génie militaire* (1894) et T. N., p. 159.

[6] *Diagramms für egyptian engineers*, Le Caire, 1904.

[1] *Technische Rekenplaten*, Gouda, 1904. Une traduction française de cet important mémoire est en préparation.

[2] *Revue de Mécanique*, 1er semestre 1905, p. 161.

[3] *Bulletin technologique*, 1905.

[4] *Annales hydrographiques*, 1904, et *Congrès de Cherbourg de l'A. F. A. S.*, 1905. Tous ces calculs se ramenant à des résolutions de triangles sphériques, il n'est pas inutile de rappeler ici qu'après avoir fait connaître un nomogramme permettant une telle résolution complète *dans tous les cas possibles* (T. N., nº 124), nous avons, grâce à l'introduction, en certains cas, de triangles auxiliaires dits annexes, ramené cette solution générale (*Comptes rendus de l'Ac. des Sc.*, t. CXXXVIII, 1904, p. 70, et *Bull. de la Soc. math. de France*, 1904, p. 196) au seul emploi d'un nomogramme d'une construction infiniment plus simple, que nous avions fait connaître en même temps que le précédent (T. N., nº 123), mais qui ne peut s'appliquer *directement* que dans quatre cas sur six. De telles solutions générales n'enlèvent d'ailleurs rien à l'intérêt pratique des solutions visant la détermination isolée d'un élément particulier, ce qui est le cas pour les calculs nautiques.

[5] Problème dont nous avons aussi indiqué une solution nomographique (*Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 556).

[6] *Rivista marittima*, de 1896 à 1901.

[7] *Annales hydrographiques*, 1905.

[8] *Trans. of the Roy. Soc. of Canada*, t. XII, sec. III, 1906.

un fascicule annexe contenant, entre autres, huit nomogrammes applicables aux divers calculs de réduction ou de correction qui se présentent dans les levers ordinaires.

M. W. Láska, professeur de Géodésie à l'Ecole technique supérieure de Lemberg, a fait également d'utiles applications des nomogrammes à points alignés aux calculs topopraphiques[1]; le capitaine du génie Lelarge aux levers téléphotographiques[2].

10. *Artillerie.* — Le tir des armes à feu s'est particulièrement bien prêté à l'application de la méthode des points alignés entre les mains de nombre d'officiers, parmi lesquels nous citerons, en France, les capitaines Lafay et Bataillier et le commandant Chauchat[3], en Russie, le colonel Langensheld, en Italie, le capitaine de frégate Ronca[4] et le capitaine Ricci[5], en Espagne, le général Ollero[6], etc.

11. *Aviation.* — Le capitaine du génie Lelarge, déjà cité, a bien voulu nous communiquer en minutes une collection d'une dizaine de nomogrammes relatifs à divers problèmes d'aviation, qui, nous l'espérons, seront un jour ou l'autre livrés au public.

12. *Assurances.* — Les calculs d'assurances ont été aussi l'occasion pour M. Poussin, actuaire, de faire connaître toute une importante série de nomogrammes à points alignés[1].

13. *Recherche des lois empiriques.* — Nous avons eu déjà occasion de montrer, en empruntant un remarquable exemple à M. l'ingénieur des mines Rateau[2], les services que le principe des points alignés peut rendre dans la recherche des lois empiriques. Indépendamment des travaux poursuivis dans la même voie par M. Soreau[3], nous tenons à signaler un emploi nouveau du même principe, proposé par M. le capitaine Bataillier[4], pour la détermination des coefficients de certaines formules d'interpolation d'un usage fréquent, notamment en Balistique.

14. *Calcul graphique général.* — Il convient enfin de mentionner que, par l'heureuse introduction du principe des points alignés dans certains problèmes rentrant dans le domaine du calcul graphique général, M. F. Boulad, ingénieur des chemins de fer de l'Etat égyptien, est parvenu à des solutions très pratiques de problèmes qui se posent journellement dans l'étude de la résistance des ponts[5].

Maurice d'Ocagne,
Professeur à l'École des Ponts et Chaussées.

[1] *Zeitschrift für Vermessungswesen*, 1905-1906. M. Láska a entrepris aussi, de concert avec M. Ulkowski, la publication d'un recueil de nomogrammes techniques (*Atlas de Nomographie*), dont la première feuille parue est relative aux levers tachymétriques.

[2] *Revue du Génie*, sept. 1906.

[3] Sauf ceux du capitaine Lafay (*Revue d'artillerie*, 1895, et T. N., p. 206), ces travaux sont encore inédits.

[4] *Manuale del tiro*, accompagné d'un bel atlas et complété par les *Cenni di Nomografia* du professeur Pesci; Livourne, 1901.

[5] *Nomografia*, Rome, 1901.

[6] *Nomografia balistica*, Ségovie, 1903.

[1] *Sur l'application des procédés graphiques aux calculs d'assurances*. Paris, 1904.

[2] T. N., n° 87.

[3] *Bull. de la Soc. des ing. civils*, août 1901, p. 492.

[4] *Revue d'artillerie*, 1906, p. 185.

[5] *Annales des Ponts et Chaussées*, 2e trim. 1906, p. 255.

L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE DE L'ÉLECTRICITÉ EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

Il se produit actuellement, on ne peut le nier, une véritable évolution dans l'enseignement. Les vieux programmes classiques et universitaires semblent quelque peu démodés et peu en rapport avec les transformations dues au progrès moderne. Notre siècle est surtout un siècle scientifique et industriel, et c'est vers les applications industrielles de la science qu'une véritable poussée entraîne actuellement la jeunesse studieuse et laborieuse. Le succès des écoles professionnelles s'accentue chaque jour davantage, et la diversité des branches de l'industrie a comme conséquence immédiate la nécessité de créer des écoles spéciales pour chacune de ces branches. Or, s'il est une industrie qui semble être la caractéristique de notre siècle, c'est assurément l'industrie électrique. Les applications de l'électricité ont révolutionné notre époque : transport à distance, lumière, traction, télégraphie, téléphonie, électro-chimie, radiographie sont autant de conquêtes de cet agent mystérieux et puissant qui, en si peu d'années, a absolument transformé la face du monde et nous procure chaque jour de nouvelles surprises. L'enseignement de l'électricité, la formation d'ingénieurs-électriciens, rompus à la fois aux exigences de la théorie et de la pratique, étaient donc une nécessité

à laquelle on ne pouvait se soustraire. Malheureusement, la routine l'emporte souvent pendant trop longtemps sur le progrès, et nous avons pu voir en France, aux débuts des applications de l'électricité, quelles incapacités cachait ce titre d'*Ingénieur-électricien*, dont se paraient pompeusement le moindre serrurier et le plus infime plombier, parce qu'ils savaient garnir une pile et poser des sonneries électriques, et se croyaient pour cela aptes à faire des installations de lumière et de transport de force.

M. E. Sartiaux a fait, en 1901, dans l'*Engineering*, une étude sur l'Ingénieur-électricien, dont nous croyons devoir citer certains passages parce qu'ils résument fort bien cette question :

« L'art de l'Ingénieur-électricien, dit M. Sartiaux, est un art tout moderne, né pour répondre au besoin d'une industrie nouvelle, qui s'est développée plus rapidement en France que l'organisation même de l'enseignement de l'électricité...

« Si l'on remonte à une quinzaine d'années en arrière, on remarque que l'électricité en France existait à peine, et le petit nombre de jeunes gens qui voulaient suivre la carrière d'Ingénieur-électricien devaient recourir à des écoles spéciales établies notamment en Belgique et en Suisse.

« Les savants et quelques praticiens s'occupaient seuls autrefois de l'électricité et des questions qui s'y rattachent. Les premiers n'envisageaient que les études théoriques et abstraites : on leur doit cependant des découvertes remarquables sur les lois qui régissent les phénomènes électriques.

« Les praticiens et les professionnels de cette époque, bien qu'ayant contribué à la réalisation d'un grand nombre d'applications, opéraient nécessairement avec des méthodes quelque peu empiriques, conséquences naturelles de l'insuffisance des connaissances sur les lois et les phénomènes de l'électricité; par suite, ni les savants, ni les praticiens de cette période ne peuvent être considérés comme de véritables ingénieurs-électriciens...

« Pour exposer ce qu'est aujourd'hui l'ingénieur-électricien, il faut d'abord rappeler que c'est de l'année 1881, époque de la première et mémorable Exposition d'Électricité qui a eu lieu à Paris, que date le développement des applications de l'électricité en France et à l'Étranger : c'est à ce moment que les savants et les industriels ont entrevu nettement l'avenir et le succès de l'industrie électrique, et la nécessité de s'adjoindre comme collaborateurs des ingénieurs-électriciens capables d'étudier et de réaliser les projets de construction de l'outillage électrique et de diriger les installations qu'il entraîne. Le Congrès international d'Électricité de 1881, en créant, d'autre part, un système d'unités électriques rattachées intimement à la Physique et à la Mécanique, a certainement et largement facilité le développement de l'industrie nouvelle.

« Ajoutons que, peu de temps après, des publications techniques spéciales et périodiques sont venues apporter aux électriciens les résultats d'études et d'expériences faites dans le monde entier, soit dans les laboratoires, soit chez les industriels eux-mêmes.

« De cette poussée est né le besoin d'avoir, dans l'industrie, des ingénieurs-électriciens réunissant à la fois les connaissances théoriques et pratiques nécessaires. Malheureusement, à cette époque, les programmes d'études de l'Université et des Écoles techniques, qui vont en France moins vite que le progrès, n'avaient rien prévu pour l'Electrotechnique, et les ingénieurs-électriciens durent se faire, pour ainsi dire, eux-mêmes. »

Il s'agissait donc de créer, de toutes pièces, un enseignement d'un ordre tout spécial, n'ayant pas encore existé jusqu'à ce jour. A la base, il fallait placer la théorie, mais une théorie débarrassée de toute spéculation pure et se bornant aux principes généraux ayant leur application dans la pratique.

Si l'on considère notamment l'enseignement mathématique, il est évident que les calculs des dérivées, des intégrales et des différentielles usuelles, indispensables pour l'intelligence des phénomènes mécaniques et électriques et leur adaptation à l'industrie, ont leur place tout indiquée dans les programmes des écoles professionnelles d'électricité, mais que, par exemple, la théorie générale des équations a peu de raison d'y figurer.

Une chose essentielle, c'est de rompre les élèves à l'habitude des applications numériques et du passage d'un système d'unités à un autre. L'Electrotechnique, la Mécanique appliquée, les travaux d'atelier et de laboratoire, le dessin industriel consistant surtout en croquis à main levée et cotés, doivent occuper un rang prépondérant dans cet enseignement.

Nous allons voir comment, à l'Étranger d'abord et en France ensuite, ce programme général a été appliqué.

I

Parmi les pays qui s'empressèrent d'organiser l'enseignement technique de l'Électricité, il faut citer en premier lieu la Belgique.

L'*Institut électrotechnique* de Liége peut être considéré comme un établissement modèle. Un généreux et intelligent donateur, M. le sénateur Georges Montefiore, comprit l'étendue des besoins de l'industrie électrique naissante et offrit les subsides nécessaires à l'instruction des ingénieurs que demande cette industrie. C'est en 1883 que,

sur son initiative, le Gouvernement belge créa l'Institut électrotechnique adjoint à l'Université de Liége et désigné habituellement sous le nom d'*Institut Montefiore*.

En 1894, M. O. de Bast, le distingué sous-directeur de cet établissement, exposait dans cette *Revue* l'organisation des études qui y étaient faites et que nous rappelons en quelques mots.

L'Institut reçoit deux catégories d'élèves aspirant au diplôme d'ingénieur-électricien :

1° Les ingénieurs et les officiers, qui peuvent acquérir ce diplôme en consacrant une année à l'étude de l'Électrotechnique; ces étudiants forment la *Section des ingénieurs*.

Peuvent être admis à la Section des ingénieurs, et concourir pour l'obtention du diplôme, les ingénieurs civils des mines et les ingénieurs des constructions civiles, porteurs d'un diplôme entériné, les ingénieurs des mines et les ingénieurs mécaniciens diplômés par l'Université de Liége, les ingénieurs et officiers d'armes spéciales porteurs de diplômes ou de brevets délivrés par les écoles du pays ou de l'étranger, dont les programmes sont reconnus équivalents, sous le rapport des études scientifiques préparatoires, à ceux du grade de candidat ingénieur;

2° Les jeunes gens qui possèdent des connaissances générales sur les sciences mathématiques et physiques et qui se préparent à l'examen d'ingénieur-électricien, en suivant, pendant deux années, les cours de l'Institut, ainsi que les cours d'application ci-après, donnés à la Faculté technique de l'Université : Mécanique appliquée, physique industrielle, description des machines, architecture industrielle, métallurgie, chemins de fer, dessins et projets de machines et de constructions industrielles. Les élèves de cette catégorie constituent la *Section des élèves électriciens*.

Peuvent être admis à cette section les étudiants pourvus du diplôme de candidat ingénieur ou déclarés admissibles, après examen, par la Faculté des Sciences de l'Université de Liége.

Fig. 1. — *Institut Electrotechnique de Liége : vue extérieure du bâtiment principal.*

L'enseignement spécial donné à l'Institut électrotechnique Montefiore se compose de cours et d'exercices pratiques :

1° Un cours sur la théorie de l'électricité et du magnétisme;

2° Un cours de mesures électriques;

3° Un cours d'Electrotechnique divisé en trois parties : *a*) étude des générateurs de courant, des moteurs et des transformateurs; *b*) application de l'énergie électrique à l'éclairage, au transport de la puissance, à la traction et à la métallurgie; *c*) télégraphie et téléphonie;

4° Un ensemble d'exercices pratiques d'atelier et de laboratoire et de travaux graphiques.

Le grand développement donné à ces exercices est le côté caractéristique de l'enseignement de l'Institut. C'est par des travaux d'atelier que les élèves commencent : ils sont ainsi familiarisés avec les détails de construction et le réglage des appareils, et ils acquièrent l'habileté manuelle nécessaire pour réussir dans les manipulations électriques. Les instruments de mesure exécutés à l'atelier sont employés, concurremment avec les appareils appartenant aux collections de l'Institut, dans les essais électriques.

Les élèves s'exercent ensuite dans les laboratoires à l'application des méthodes de mesures. Ils ont à monter complètement les circuits et à installer tous les appareils de mesure nécessités par les essais.

Parallèlement aux travaux de laboratoire, ils font des exercices à la salle de dessin : problèmes d'application sur la théorie de l'électricité, calculs par la méthode des vecteurs et celle des imaginaires, projets de machines à courant continu, d'alternateurs, de transformateurs, d'alterno-moteurs, d'installations électriques, etc.

Les locaux occupés par l'Institut ont pour noyau les bâtiments servant auparavant à l'*Ecole normale des Humanités*, aujourd'hui supprimée. Des bâtiments annexes renferment l'usine de machines motrices, un auditoire pouvant contenir 400 étu-

diants, un musée et un club pour les anciens élèves et les élèves actuels.

L'Institut est dirigé par M. Eric Gérard, l'éminent professeur de l'Université de Liége, assisté de M. de Bast, sous-directeur, de M. Fontaine, chef des travaux, et d'un personnel d'élite.

Depuis 1883 jusqu'en 1905, les cours de l'Institut ont été fréquentés par 2.055 élèves, dont 792 Belges, 392 Italiens, 219 Russes, 175 Français, etc.

L'Association des anciens élèves et des élèves de l'Institut est des plus florissantes. Elle tient des séances périodiques de haut intérêt, et édite des Comptes rendus qui ont pris rang parmi les meilleures publications électrotechniques, ainsi qu'un Bulletin d'offres et de demandes d'emplois, qui aide au recrutement des ingénieurs-électriciens.

L'enseignement de l'Electrotechnique a été organisé, en Belgique, non seulement à Liége, mais encore aux Universités de Gand et de Louvain, ainsi qu'à l'Ecole des Mines de Mons. Des écoles techniques d'ordre moins élevé, telles que les Ecoles industrielles de Bruxelles, Charleroi, Seraing, Tournay, etc., ont des cours spéciaux d'électricité suivis d'applications pratiques.

II

En Allemagne, l'enseignement de l'électricité est une branche importante des dix grandes Ecoles techniques supérieures d'Aix-la-Chapelle, Berlin, Charlottenbourg, Brunswick, Dantzig, Dresde, Hanovre, Stuttgart, Munich, Darmstadt et Karlsruhe. C'est seulement dans ces deux dernières villes qu'il existe des Instituts électrotechniques autonomes. Dans les autres Ecoles techniques supérieures, l'Electrotechnique est réunie soit à la Mécanique, soit à la Physique, pour former une section spéciale de l'enseignement.

L'*Institut électrotechnique de Karlsruhe*, dirigé par le savant professeur Arnold, jouit notamment d'une réputation universelle. Il possède de très vastes laboratoires et ateliers et une salle de machines admirablement bien installés. La durée complète des études y est de quatre ans, comme d'ailleurs dans les autres Ecoles techniques supérieures allemandes. L'enseignement y est à la fois théorique et pratique. Le nombre actuel des élèves est d'environ deux cents.

Indépendamment de ces Ecoles supérieures, il existe en Allemagne un grand nombre d'Ecoles techniques, où l'étude de l'électricité est faite de façon très complète, surtout au point de vue pratique. Il faut citer en particulier, dans le Grand-Duché de Saxe, le *Technicum de Mitweida*, spécial pour l'Electrotechnique et la Mécanique, et, dans le Grand-Duché de Mecklembourg-Strélitz, le *Technicum de Strélitz*, qui a une section d'ingénieurs électriciens. Enfin, il existe à Würzbourg une *Ecole supérieure de Construction de machines et d'Electrotechnique*.

III

En Suisse, l'*Ecole d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne* et l'*École Polytechnique de Zurich* ont organisé un enseignement de l'Électrotechnique suivi par de nombreux étudiants de tous les pays.

L'*École d'Ingénieurs de l'Université de Lausanne* date de 1853. Elle est d'origine privée, et l'État fut étranger à sa création : elle ne fut incorporée à l'Académie qu'en 1869. C'est une École technique supérieure, distincte des établissements d'instruction technique secondaires qui, sous le nom de Technicum ou d'Écoles d'arts et métiers, se sont multipliés en Suisse dans ces dernières années. Les conditions générales d'admissibilité sont les mêmes que celles exigées pour l'immatriculation à l'Université. L'École exige, comme préparation préliminaire, des études secondaires complètes, sanctionnées par un diplôme de fin d'études.

L'École d'Ingénieurs de Lausanne est divisée en quatre sections, correspondant aux quatre directions principales des études techniques actuelles : Génie civil, Mécanique industrielle, Chimie, Électricité industrielle. Les études sont divisées en quatre années, et le passage d'une année à l'autre s'opère à la suite d'une promotion dont le résultat est basé sur le contrôle des études pendant l'année universitaire. Ce qui a caractérisé jusqu'ici l'enseignement donné à l'École des Ingénieurs de Lausanne, c'est que les programmes ont été établis afin de généraliser le plus possible les études des futurs ingénieurs, plutôt que de les spécialiser : « Nous reconnaissons volontiers, dit M. A. Palaz, l'éminent directeur de cette École, que le maximum du résultat est obtenu par ceux qui poussent leurs efforts dans une seule et même direction, mais nous croyons que c'est à la fin des études seulement, et même après la sortie de l'École, que cette spécialisation a sa place marquée ». En appliquant ce principe (que certains peuvent contester), le programme est organisé de manière que tous les cours principaux sont suivis indistinctement par tous les élèves, quelle que soit la spécialité à laquelle ils se destinent plus tard. La spécialisation des élèves, suivant la division de l'École qu'ils ont choisie, s'effectue à l'aide des cours spéciaux, des exercices pratiques et des projets.

Ces cours, exercices et projets sont très nombreux pour la Section d'électricité, qui est des plus

importantes. Les élèves électriciens font des travaux pratiques non seulement au laboratoire d'Électricité générale, mais encore au laboratoire d'Électro-chimie, où travaillent également les étudiants de la Section de Chimie.

L'*École Polytechnique de Zurich* comprend huit divisions qui sont : 1° l'École d'Architecture; 2° l'École du Génie civil; 3° l'École de Mécanique industrielle; 4° l'École de Chimie industrielle; 5° l'École forestière d'Agriculture et de génie rural; 6° l'École normale des Sciences mathématiques et naturelles; 7° la Section générale de Philosophie et d'Économie politique; 8° la Section des Sciences militaires.

Les étudiants qui se destinent à l'industrie électrique suivent les cours de l'École de Mécanique industrielle et participent aux travaux du Laboratoire d'Électrotechnique et de la division électrique du Laboratoire des machines. Le Laboratoire d'Électrotechnique est également ouvert aux étudiants de l'École normale des Sciences mathématiques et naturelles. La durée de l'enseignement, pour les étudiants de l'École de Mécanique industrielle, est de sept semestres. Des diplômes sont délivrés à la fin des études.

Les établissements d'instruction technique secondaire, correspondant à peu près à nos Écoles d'arts et métiers, ont presque tous des cours spéciaux d'électricité fort bien organisés. Il faut citer, en particulier, les Écoles techniques de Winterthur, Berthoud et Bienne.

IV

L'Angleterre a relativement peu d'écoles techniques et n'a pas d'écoles uniquement spécialisées pour l'enseignement de l'électricité industrielle. Cependant, cet enseignement est donné d'une façon à la fois théorique et pratique dans des collèges techniques, où il constitue une section importante.

Parmi ces collèges, il faut citer notamment, à Londres, le *City and Guilds technical Finsbury's College* et le *City and Guilds central technical College*.

Le premier comprend quatre sections : 1° Section des ingénieurs mécaniciens et de mathématiques appliquées; 2° Section des ingénieurs électriciens et des applications de la physique; 3° Section des chimistes industriels et techniques; 4° Section des arts appliqués.

Le second de ces établissements comporte trois sections : 1° Section des ingénieurs mécaniciens et de constructions civiles; 2° Section des ingénieurs-électriciens; 3° Section de Chimie.

Dans l'un comme dans l'autre de ces collèges, l'enseignement pratique se fait dans des laboratoires, où les élèves vont travailler par groupes sous la direction de préparateurs électriciens.

Actuellement, en Angleterre, presque tous les établissements d'enseignement supérieur ont des chaires d'Electrotechnique. Il en est ainsi à l'*University College*, à Londres; aux Universités d'Oxford et de Cambridge, à l'*University College*, à Liverpool, au *Yorkshire College*, à Leeds; à l'*Owens College*, à Manchester, etc... Sir Oliver Lodge a également établi, à Birmingham, une Section d'Electrotechnique. Il en est de même à Dublin, à Glascow et à Edimbourg, où des chaires d'Electrotechnique sont venues compléter l'enseignement scientifique des Universités.

En Russie, l'*Institut Electrotechnique de l'Empereur Alexandre III*, à Saint-Pétersbourg, qui ressort de l'Administration générale des Postes et Télégraphes, prépare des ingénieurs électriciens se destinant aux carrières industrielles et aux services télégraphiques et téléphoniques. Cet établissement, qui dépend du Ministère de l'Intérieur, compte 300 élèves. La durée des études est de cinq ans. De même, l'*Institut Polytechnique de Saint-Pétersbourg*, qui ressort du Ministère des Finances et auquel sont inscrits 1.800 étudiants, a une *Section d'Electrotechnique*. Les autres écoles techiques supérieures russes, telles que celles de Moscou, de Riga, de Kieff, de Varsovie, de Kharkoff, n'ont pas de sections spéciales pour l'électricité, mais des Sections de Mécanique où l'Electrotechnique occupe une place de plus en plus importante.

En Italie, il existe à Naples un *Institut supérieur d'Electricité*, et Turin possède l'*École supérieure de Ferraris*, destinée exclusivement aux ingénieurs, aux professeurs et aux élèves de l'École militaire d'Artillerie et de Génie, qui veulent se spécialiser dans l'électricité. Enfin, l'*Institut technique supérieur de Milan* comprend, parmi les huit sections entre lesquelles son enseignement se répartit, l'*Institut électrotechnique Carlo Erba*, destiné à former des ingénieurs-électriciens. Le *Musée royal industriel* de Turin a également une Section d'électricité, et la plupart des Universités italiennes ont des chaires d'Electrotechnique.

En Amérique, l'Electricité et la Mécanique sont spécialement enseignées dans plusieurs grands Etablissements, dont les principaux sont : *Massachusetts Institute of Technology*, à Boston; *Cornell University*, à Ithaca, New-York; *Columbia University*, à New-York; *Stevens Institute*, à Hoboken, New-York; *Armour Institute of Technology*, à Chicago; *Lehigh University*, à Bethlehem; *Purdue University*, à Indiana.

V

En France, ce n'est que bien longtemps après la Belgique, l'Allemagne et la Suisse que fut inauguré l'enseignement industriel de l'électricité. C'est au pays de la houille blanche, au centre du Dauphiné, si riche en puissances hydrauliques, qu'un distingué professeur de Faculté, M. Paul Janet, actuellement directeur de l'École supérieure d'Électricité, prit cette intelligente initiative. Ces débuts datent de 1892; ils furent des plus modestes et se bornèrent tout d'abord à des cours municipaux du soir : le succès en fut si grand que, de toutes parts, on réclama la fondation de cours réguliers d'électricité. Les particuliers, les industriels apportèrent leurs subventions, et la Chambre de Commerce, suivant le mouvement, y joignit la sienne : des petits travaux pratiques vinrent dès lors compléter les cours théoriques, et, dès 1893, l'Université de Grenoble instituait, à la Faculté des Sciences de cette ville, une chaire d'Électricité industrielle, sous le patronage de la Chambre de Commerce de Grenoble, du Conseil général de l'Isère et de la Municipalité de Grenoble.

Prenant rapidement une importance de plus en plus grande, cet enseignement fut centralisé dans une organisation spéciale, qui prit le nom d'*Institut électrotechnique de Grenoble*, et fut installé dans un bâtiment séparé. Cette organisation comprend à la fois :

1° *Une École électrotechnique*, où se trouve donné à tous les degrés l'enseignement théorique et pratique de l'électricité industrielle;

2° *Un Bureau d'essai*, de vérification et de contrôle de tous les appareils électriques usuels;

3° *Un Laboratoire de recherches* propre à contribuer à l'avancement de la science électrique.

L'enseignement donné à l'Institut se compose :

1° De cours et de conférences sur toutes les matières concernant la production et l'utilisation industrielles de l'énergie électrique;

2° De travaux pratiques de laboratoire et d'atelier concernant les mesures électriques usuelles et comportant le maniement et la pose de tout appareillage électrique d'usage courant;

3° D'exercices d'établissement de plans et devis d'installations électriques de tous genres;

4° De visites d'usines;

5° D'exercices de conduite de machines et stages dans des usines électriques.

Des cartes d'*auditeurs*, délivrées gratuitement sur demande adressée à M. le Doyen de la Faculté des Sciences, permettent aux personnes qui en sont munies l'accès aux leçons d'Électricité industrielle, qui ont lieu une fois par semaine.

L'admission aux conférences et travaux pratiques est réservée aux *étudiants en Électricité industrielle*, immatriculés sur les registres de la Faculté des Sciences.

La durée normale des études à l'Institut est de deux années, une année étant consacrée à l'étude de la production et de l'utilisation industrielles de l'énergie électrique par courants continus, et une année à l'étude de la production et de l'utilisation de l'énergie électrique par courants alternatifs.

Tout étudiant ayant subi avec succès, dans le cours de ses deux années d'études, les deux examens de fin d'année correspondant aux deux parties du cours, reçoit un diplôme appelé *Brevet d'études électrotechniques*.

L'exemple donné par la Faculté de Grenoble fut vite suivi par d'autres Facultés, qui organisèrent des cours spéciaux d'Electrotechnique.

Grâce au concours et aux subventions de l'Etat, du Conseil général de Meurthe-et-Moselle, de la Ville de Nancy et de généreux industriels, bienfaiteurs de l'Université, la Faculté des Sciences de Nancy créa en 1900 un *Institut d'Electrotechnique* ayant pour mission de donner aux étudiants une instruction complète sur tout ce qui concerne les applications de l'électricité. Un des laboratoires de l'Institut est affecté aux essais, vérifications et étalonnage d'appareils que peuvent demander les industriels et le public. La Faculté a complété ensuite l'Institut électrotechnique par une Section spéciale de *Mécanique appliquée*, ayant pour objet d'instruire les étudiants sur toutes les applications de la Mécanique.

Les deux sections de l'*Institut d'Electrotechnique et de Mécanique appliquée*, quoique indépendantes l'une de l'autre, ont plusieurs enseignements communs. Les étudiants ont tout intérêt à compléter les connaissances qu'ils ont acquises dans une des sections en suivant, pendant une année d'études complémentaires, les cours supérieurs de l'autre section. Dans la Section d'Electricité, l'enseignement, pendant les deux premières années, a pour fondement les cours de Mathématiques, de Physique et de Chimie de la Faculté des Sciences, avec les travaux pratiques correspondants : il comporte des compléments de Mécanique appliquée et de dessin. Pendant la troisième année, il porte sur l'Electrotechnique proprement dite, avec des projets et des travaux pratiques. Les projets à effectuer dans le cours de cette année sont au nombre de trois : 1° un projet de construction d'une machine à courant continu; 2° un projet de construction d'une machine à courants alternatifs; 3° un projet d'installation : réseau d'éclairage et de transport d'énergie, réseau de tramway, etc... En fin d'études, un jury d'examen décide s'il y a lieu de délivrer à l'étudiant le diplôme d'*Ingénieur-électricien*, s'il

est dans la Section d'électricité, ou le diplôme d'*Ingénieur-mécanicien*, s'il est dans la Section de mécanique.

A Lille, un *Institut de Physique industrielle* fut créé à la Faculté des Sciences : des cours et laboratoires d'Electrotechnique y furent fondés et largement dotés par l'Etat et l'Université. La durée des études est de trois ans. Ces cours et travaux pratiques sont fréquentés à la fois par des ingénieurs désireux de se spécialiser et par des étudiants qui veulent entrer dans l'industrie sans passer par aucune école spéciale. L'enseignement comprend : 1° le dessin industriel et des travaux d'atelier ; 2° des essais de machines, des projets, des visites d'installations électriques et des stages dans les usines de la région. La sanction des études est un diplôme d'*Ingénieur-électricien de l'Université de Lille*, délivré par le Président du Conseil de l'Université, après examens qui comprennent des épreuves écrites, un avant-projet électrotechnique, une épreuve pratique et des épreuves orales. On exige également la présentation d'un appareil entièrement étudié et construit par le candidat ou la soutenance d'une thèse originale sur une question d'Electrotechnique.

A Marseille, grâce au concours de la Ville, une chaire de Physique industrielle fut instituée en 1904. Les frais de première installation furent couverts par une souscription. L'enseignement s'est, en fait, spécialisé dans l'électricité : il comprend, chaque semaine, un cours public et deux conférences en hiver, trois conférences en été. Le cours public, qui a lieu le soir, est suivi par trois ou quatre cents auditeurs de toutes catégories. Les conférences sont exclusivement réservées aux étudiants et aux personnes immatriculées à la Faculté. Deux fois par semaine, il y a séance de travaux pratiques. Les diplômes délivrés sont des *certificats de Physique industrielle* et des *brevets d'Electricité*.

A Bordeaux, il a été fondé, par l'initiative de la Société des amis de l'Université, des cours d'Electricité industrielle répartis sur trois années. Ces cours se font le soir. Ils sont publics et ont surtout un but de vulgarisation. Ils sont complétés par des manipulations pratiques. Un laboratoire d'étalonnage complète l'organisation.

La Faculté de Lyon a créé un cours de Physique industrielle consacré surtout à l'électricité. Il y est fait trois leçons par semaine, dont deux ont pour objet l'Electrotechnique et les mesures électriques, et l'autre le chauffage et l'éclairage industriels. Des travaux pratiques ont lieu une fois par semaine : ils consistent surtout en mesures et étalonnages. Après examens, la Faculté délivre des *certificats d'études supérieures de Physique industrielle*.

A la Faculté de Poitiers, il existe également un cours d'Electricité industrielle avec travaux pratiques une fois par semaine. Les travaux consistent surtout en essais de lampes, de compteurs, etc..., et en contrôles d'appareils de mesures. Après examen, il est délivré aux bacheliers un *certificat d'Électricité industrielle* et aux non-bacheliers un *brevet d'électricien*.

A Clermont-Ferrand, l'enseignement de l'Électricité industrielle à la Faculté se réduit à un cours d'une heure et à une séance d'expériences pratiques chaque semaine. Les deux catégories de diplômes décernés après épreuves sont : 1° un *certificat d'Électricité industrielle* réservé aux étudiants et assimilé aux certificats d'études supérieures ; 2° un *brevet* à toute personne ayant suivi les cours.

A Dijon, le cours d'Electricité est compris dans celui de Physique industrielle : il comporte chaque semaine une leçon d'Électrotechnique et une séance de travaux pratiques. *Un certificat d'études supérieures en Physique industrielle* est délivré aux étudiants ayant satisfait aux examens.

VI

Pendant que l'impulsion donnée par la Faculté de Grenoble était l'origine d'un mouvement général en faveur de la création de chaires d'Electrotechnique, la Société internationale des Electriciens fondait l'*Ecole supérieure d'Electricité*, fondation qui avait eu pour prologue celle *du Laboratoire central d'Electricité*.

C'est à la suite de l'Exposition de 1881 que, par un Rapport en date du 24 février 1882, M. Cochery, alors Ministre des Postes et Télégraphes, avait proposé au Président de la République la création de ce Laboratoire, création sanctionnée le même jour par un décret.

Le Laboratoire fut inauguré le 10 février 1888, sous l'intelligente direction de M. de Nerville, Ingénieur des Télégraphes. Il avait pour but de faire les étalonnages d'instruments de mesure, les essais photométriques sur les lampes à arc et à incandescence, les études de machines, d'accumulateurs, de matériaux magnétiques et de matières isolantes, etc...

A l'origine, quelques élèves furent admis à y travailler sous la direction des préparateurs, mais sans y suivre un enseignement régulier. En dehors de l'Ecole supérieure de Télégraphie, destinée uniquement aux Ingénieurs des Postes et des Télégraphes, il n'existait pas à Paris d'enseignement supérieur de l'Electricité. Il y avait là une lacune à combler, et la Société internationale des Electriciens l'avait compris. En 1885, le Président de cette Société, M. Georges Berger, émettait l'idée de

la création d'une Ecole supérieure d'Electricité, dans une lettre adressée au Ministre du Commerce :

« Je vous demande, M. le Ministre, lui disait-il, de voir au delà de la fondation du Laboratoire. N'avons-nous pas le droit de prévoir le moment où nous pourrions fonder, à côté de celui-ci, une Ecole pratique d'Electricité ?

« L'Électricité, par ses développements et sa vulgarisation, est arrivée à constituer véritablement une branche spéciale des sciences physiques ; elle touche à tout, on a besoin d'elle partout : en Mécanique, dans la Métallurgie, dans les recherches et applications de la Chimie. Elle domine toutes les sciences positives ; on a besoin de spécialistes électriciens, et ceux-ci n'ont pas d'Ecole spéciale où ils puissent se former. La Société Internationale des Electriciens offre à l'Etat son concours pour combler cette lacune dans l'enseignement scientifique pratique. »

C'est à la suite de ces circonstances que l'École supérieure d'Electricité fut fondée et ouvrit ses portes, rue de Staël, le 1er décembre 1894, avec 12 élèves. M. Janet, qui était remplacé à Grenoble par M. Pionchon, en avait été nommé Directeur. Comme il fallait des bâtiments et un matériel nouveau, M. Mascart, membre de l'Institut, Président de la Commission administrative du Laboratoire, n'hésita pas à faire appel à la libéralité des industriels. Une vaste souscription fut ouverte, et, grâce aux premiers fonds récoltés, l'Ecole put fonctionner, modestement d'abord, mais avec un succès toujours croissant.

Cette École, qui a pour objet de former des ingénieurs-électriciens, ne reçoit que des jeunes gens possédant déjà une somme de connaissances étendues.

Chaque année, le Conseil de perfectionnement arrête le nombre de places à mettre au concours. Sont dispensés de ce concours les anciens élèves des Écoles Polytechnique, Centrale, des Ponts et Chaussées, de l'Ecole supérieure des Mines et de l'École des Mines de Saint-Étienne, et les anciens élèves médaillés des Écoles d'Arts et Métiers. Sont admis également de droit les licenciés ès sciences qui ont le certificat de Physique générale et celui de Mécanique rationnelle. Les étudiants étrangers, dont les titres ont été reconnus suffisants, peuvent aussi être dispensés du concours. Enfin, chaque année, un certain nombre d'officiers (en général, quatre d'artillerie et deux du génie) y sont délégués par le Ministre de la Guerre. Le Ministre de la Marine y délègue aussi parfois des officiers et des ingénieurs des constructions navales. De plus, par décision du Ministre du Commerce et de l'Industrie en date du 5 mai 1902, la première année de l'École supérieure de Télégraphie se fait, sauf quelques cours spéciaux, à l'École supérieure d'Électricité.

Le but de l'École est de donner à ses élèves, ou du moins de leur compléter les connaissances théoriques et pratiques exigées par l'industrie moderne. Comment atteindre ce but? M. Janet l'expose en quelques mots :

« La définition même du mot *pratique*, dit-il, est bien délicate à donner quand il s'agit de l'appliquer à l'enseignement. Au sens strict du mot, il faudrait essayer d'enseigner aux élèves tout ce qu'ils auront à exécuter plus tard; mais il semble bien que ce programme, peut-être séduisant à première vue, n'est et ne peut être qu'une utopie, parce que, le nombre des cas particuliers étant indéfini, un enseignement ne peut prétendre à les embrasser tous. Il faut donc suivre un programme, peut-être plus modeste en apparence, mais plus sûr en réalité, et prendre comme règle d'enseigner aux élèves la partie essentielle de ce qu'ils auront à exécuter, tout en leur mettant entre les mains un outil assez puissant pour leur permettre de ne pas être embarrassés devant les cas imprévus que leur avenir industriel leur réserve. Cet outil, c'est l'enseignement général ou théorique; mais, de même que le mot *pratique*, le mot *théorique* peut avoir bien des sens différents, et il est clair par exemple qu'on ne l'entend pas de la même façon lorsqu'on l'applique à la théorie des électrons ou à la théorie de la machine dynamo-électrique. Nous sommes en droit, au moins provisoirement, d'écarter d'une école d'ingénieurs les théories purement spéculatives; encore, faut-il se souvenir qu'elles peuvent, du jour au lendemain, être appelées à jouer un rôle important dans la pratique : les oscillations électriques et les ondes électro-magnétiques nous en fournissent un exemple éclatant. Toujours est-il que, le chemin ainsi déblayé, le programme de l'enseignement général comporte encore un grand degré d'arbitraire et demande à être posé avec discernement. » Et M. Janet conclut en disant que les conditions que l'on s'est imposées à l'École supérieure d'Électricité consistent « ou bien à donner aux élèves la plus positive des méthodes industrielles qu'ils auront à appliquer du jour au lendemain dès leur entrée dans l'industrie, ou bien à leur assurer, par des exercices rigoureusement choisis, la connaissance approfondie des lois de l'électricité, le sens des méthodes expérimentales, l'appréciation des erreurs, l'évaluation des ordres de grandeur des quantités usuelles ».

L'enseignement de l'École comporte deux grandes branches : l'enseignement oral par cours et conférences, qui occupe toutes les matinées pendant le premier semestre, et l'enseignement pratique, occu-

pant toutes les après-midi du premier semestre et les journées entières du second.

Les cours réguliers sont au nombre de deux, à raison de trois leçons par semaine chacun : le cours d'*Electrotechnique générale* et le cours de *Mesures électriques*. Il y a, en outre, chaque semaine, six conférences faites par des Ingénieurs spécialistes sur les diverses explications de l'énergie électrique.

L'enseignement pratique se compose d'exercices de laboratoire, d'essais de machines, d'exercices d'atelier et de stages industriels.

On a adopté à l'École supérieure d'Électricité, pour tous les exercices de laboratoire et d'essais de machines, un principe général, qui ne peut que donner d'excellents résultats : c'est de n'avoir aucune installation fixe faite d'avance. L'élève est obligé de choisir lui-même les appareils dont il a besoin et d'en assurer le montage complet, depuis la mise en place jusqu'à l'entier fonctionnement. Ces exercices et essais donnent lieu à des rapports rédigés par les élèves et remis chaque semaine aux chefs de travaux compétents.

Les travaux d'atelier consistent en constructions d'électro-aimants, épissures et enroulements. Les travaux de pure mécanique, les exercices de lime et de tour, après avoir occupé pendant quelques années une place importante dans le programme de l'École, ont été notablement réduits et, tout en n'étant pas complètement supprimés, ont été ramenés à leur plus simple expression. Il y eut à ce sujet des divergences de vues très grandes dans le Conseil de perfectionnement, et c'est après des discussions très approfondies que cette partie du programme fut ainsi modifiée.

Des visites d'usines, des stages dans les grandes usines électriques et enfin une excursion électrotechnique en pays étranger, laissée facultative, complètent l'ensemble de l'enseignement pratique de l'École.

Les élèves exécutent dans le courant de l'année cinq projets concernant :

1° L'appareillage;

2° L'installation et la distribution de force motrice et d'éclairage;

3° Le calcul d'une dynamo à courant continu;

4° Le calcul d'une machine ou appareil à courant alternatif;

5° La construction.

Ils subissent, de plus, des interrogations dans le cours de l'année, des examens généraux de fin d'année, et reçoivent des notes pour tous les exercices pratiques. Le diplôme d'*Ingénieur-électricien* est donné à tout élève ayant eu la moyenne 14 pour toutes ces notes, affectées de certains coefficients en rapport avec l'importance des matières correspondantes. La dernière promotion sortie de l'École (promotion 1905-1906), et comprenant 80 élèves, avait la composition suivante :

Fig. 2. — *Ecole supérieure d'Electricité de Paris : vue générale de la salle des machines de l'Ecole.*

Licenciés ès-sciences	15
Anciens élèves médaillés des Écoles d'Arts et Métiers	11
Élèves étrangers, diplômés d'Écoles techniques supérieures	9
Anciens élèves de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures	6
Officiers délégués par le Ministère de la Guerre	4
Anciens élèves de l'Ecole Polytechnique	3
Officiers de Marine	2
Anciens élèves de l'École des Mines de Saint-Étienne	1
Elèves reçus au concours	29
Total	80

Le nombre total des élèves ayant passé par l'École supérieure d'Électricité, depuis sa fondation jusqu'à la sortie de la promotion 1905-1906, est de 652, sur lesquels 523 sortis avec diplôme.

Les situations occupées par eux se décomposent ainsi :

Ateliers de construction	149
Armée et Marine	71
Stations centrales	15
Chemins de fer	42
Travaux publics	44
Enseignement et laboratoire	34
Électrochimie	23
Tramways électriques	19
Divers	96
Total	523

VII

La fondation de l'*Ecole supérieure d'Electricité* avait certes fait faire un grand pas à l'enseignement de l'électricité, et l'on doit reconnaître les immenses services rendus par cette institution à notre industrie; mais l'Ecole supérieure n'est accessible qu'à un petit nombre d'élus, insuffisant pour satisfaire au recrutement du personnel technique qu'exige le développement de l'industrie électrique en France.

Le besoin se faisait sentir d'un enseignement abordable à des jeunes gens ayant fait de bonnes études secondaires : enseignement qui, tout en n'atteignant peut être pas le niveau de celui de l'Ecole supérieure, mais heureusement complété par des travaux d'atelier et de laboratoire, permît à ces jeunes gens de se créer une situation de chef de service ou d'ingénieur dans l'industrie électrique. Il y avait place, en un mot, pour des écoles, jouant, pour cette industrie spéciale, le rôle que jouent nos Ecoles d'Arts et Métiers pour l'industrie mécanique en général. En conformant les programmes de ce nouvel enseignement, pour la partie théorique, au programme d'admission à l'Ecole supérieure, on formait en même temps pour cette Ecole une pépinière de futurs élèves ayant une instruction préalable spécialement dirigée vers les applications pratiques, instruction pratique que ne possèdent pas la plupart des candidats et que les quelques mois passés rue de Staël ne peuvent leur permettre d'acquérir complètement s'ils n'en ont déjà les premières bases.

L'Etat ne prenant pas l'initiative de la création de ces écoles d'électricité à la fois théoriques et pratiques, c'était à l'initiative privée qu'il appartenait de les créer. Ce fut l'idée qui inspira un ingénieur distingué, M. Charliat, lorsque, il y a sept ans environ, il fonda sur ce principe l'*Ecole pratique d'Électricité industrielle*, dont la réussite a justifié la création.

L'enseignement spécial de cette Ecole, où les cours théoriques sont complétés par des travaux pratiques, est complété par des examens de sortie, à la suite desquels il est délivré par un jury aux élèves méritants un *diplôme de fin d'études*. Un *cours préparatoire* permet de donner aux jeunes gens, dont les connaissances mathématiques sont insuffisantes, le complément d'instruction nécessaire pour suivre les cours normaux. Un *cours d'automobilisme* est également professé à cette Ecole.

C'est alors que l'on comprit qu'il y avait encore des perfectionnements à apporter à ce genre d'enseignement. L'organisation de l'internat, qui n'avait pas encore été faite et qui était une garantie pour les familles, était notamment une modification qui s'imposait. De plus, n'était-il pas juste de consacrer par un *diplôme d'ingénieur-électricien*, après examens passés devant un jury composé de notabilités scientifiques et industrielles, l'instruction professionnelle de jeunes gens dignes de ce titre et capables de remplir les fonctions qu'il imposait ? La valeur et la notoriété des signatures apposées au bas de ces diplômes ne garantiraient-elles pas, même sans l'estampille de l'Etat, que le titulaire du titre pouvait en assumer la responsabilité ? C'était d'ailleurs l'idée qui avait guidé la Société internationale des Electriciens, lorsque, sans l'intervention officielle, elle avait décidé de délivrer des diplômes d'*ingénieurs-électriciens* aux élèves sortant de l'*Ecole supérieure d'Electricité ?*

Tels furent les principes qui servirent de base, en 1902, à la fondation de l'*Ecole d'Electricité et de Mécanique industrielles*, par un actif et intelligent ingénieur M. Chuvin.

Cette Ecole, installée rue Violet, au centre d'un quartier industriel, reçut un aménagement conforme au genre d'enseignement qui devait y être donné. Un laboratoire d'électricité, un atelier muni de tous les types usuels de machines-outils permirent de donner aux élèves l'instruction pratique, complément nécessaire de l'instruction théorique, et les familles, rassurées par l'organisation d'un internat, n'hésitèrent pas à envoyer de province à Paris leurs fils pour s'y créer, dans l'industrie électrique, une situation indépendante et en rapport avec le mouvement général qui porte actuellement toutes les jeunes intelligences vers la carrière industrielle. On put constater alors, plus que jamais, qu'un vrai courant s'était établi qui entraînait vers cet enseignement nouveau non seulement des fils d'industriels et d'ingénieurs, mais des fils d'officiers, de magistrats, de propriétaires, de rentiers, peu préparés par l'atavisme à la situation d'ingénieur, et pourtant heureux, chaque jour, après les heures consacrées au tableau noir, d'endosser pendant quelques heures la cotte de l'ouvrier. L'*Ecole d'Electricité et de Mécanique industrielles* avait débuté avec une vingtaine d'élèves :

par des accroissements successifs et rapides, elle en compte actuellement près de 400. La durée normale des études est de trois ans, et un *cours préparatoire* permet de préparer l'instruction théorique des élèves, qni ne sont pas encore aptes à entrer dans les cours normaux. *Un cours d'automobilisme* complète les cours théoriques et pratiques d'Électricité et de Mécanique. Chaque année, un jury composé d'examinateurs et de professeurs des grandes Ecoles de l'Etat et de directeurs ou ingénieurs des principales Sociétés de constructions mécaniques ou électriques, délivre deux sortes de diplômes : 1° le *diplôme d'ingénieur-électricien* aux élèves sortants jugés dignes d'exercer ces fonctions; 2° le *diplôme de fin d'études* à ceux qui, sans posséder suffisamment les connaissances théoriques qu'on doit exiger d'un ingénieur, sont capables de diriger des ouvriers et de rendre des services appréciables dans un établissement industriel.

A côté de l'*Ecole supérieure d'Electricité*, des cours spéciaux d'Electrotechnique créés dans certaines Facultés et des Ecoles pratiques d'Electricité dont nous venons de parler, il y a lieu de citer, comme complétant fort bien l'ensemble de l'enseignement de l'Electrotechnique en France, les cours d'Électricité industrielle de l'*Ecole de Physique et de Chimie* et du *Conservatoire des Arts et Métiers* et ceux qu'organisent certaines grandes maisons d'électricité pour se former un personnel d'ouvriers spécialistes et de contremaîtres expérimentés.

Fig. 3. — *Ecole d'Electricite et de Mecanique industrielles de Paris : côte du parc.*

VIII

Comme on le voit, le progrès si rapide des applications industrielles de l'Electricité a eu comme conséquence inévitable la création d'un enseignement spécial. C'est l'Etranger qui en a eu l'initiative, mais la France maintenant suit le mouvement.

En tous cas, en France comme à l'Etranger, on s'est aperçu enfin que l'ingénieur ne doit plus se confiner exclusivement dans de hautes spéculations mathématiques, d'intérêt purement didactique. La théorie ne doit être qu'un échelon pour arriver aux applications pratiques. Dans l'industrie électrique, plus peut-être que dans toute autre industrie, il est nécessaire que l'ingénieur, le chef de service, ne se contentent pas de manier des formules : ils doivent savoir tout aussi bien manier la lime, le burin et le marteau, souder des câbles et enrouler des induits. Ayant ainsi exécuté eux-mêmes le travail de l'ouvrier, ils seront à même de le juger en pleine connaissance de cause et en toute équité : ils sauront mieux diriger, mieux apprécier. Ayant passé par le dur labeur du chantier et de l'atelier, ils y gagneront une autorité qui, sans cela, leur ferait défaut, et, étant plus compétents, ils seront plus justes dans leurs rapports avec leurs subordonnés.

L'enseignement technique et professionnel est ainsi, non seulement une œuvre utile et féconde, mais aussi une œuvre sociale.

On ne peut donc qu'applaudir aux initiatives intelligentes qui, à défaut de celle de l'Etat, ont créé un enseignement théorique et pratique, spécialement adapté à l'industrie qui actuellement domine toutes les autres : l'industrie électrique.

G. de Lamarcodie,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique,
Professeur à l'Ecole d'Electricité et de Mécanique industrielles.

LES ALIMENTS DE L'HOMME

DEUXIÈME PARTIE : APPLICATIONS PRATIQUES

Dans un premier article[1], nous avons vu quelles sont, en l'état actuel de nos connaissances, les diverses données qu'il semble utile de faire figurer dans les tables alimentaires. Mais ce sont là des bases scientifiques et non des conclusions susceptibles de la moindre application pratique. Il faut cependant chercher à utiliser ce que l'on sait sur la composition chimique de la partie digestible des aliments pour mesurer, c'est-à-dire exprimer par un chiffre précis, la valeur nutritive des substances analysées au laboratoire.

I. — Comparaison de la valeur alimentaire des trois groupes fondamentaux de principes nutritifs.

La mesure de toute chose comportant le choix préalable d'une unité de mesure, les résultats doivent être rapportés à une unité fixe de valeur nutritive ou, plus simplement, à une unité nutritive qu'il faut tout d'abord choisir. Ce point réglé, il reste à convenir d'un mode de calcul permettant d'obtenir le nombre d'unités nutritives apportées à l'organisme par un même poids, 100 grammes par exemple, des différents aliments à comparer.

Les laboratoires agricoles disposent de plusieurs procédés pour rechercher les fourrages équivalents au point de vue nutritif[2]. Examinons donc les modes de calcul les plus usités de la valeur des aliments du bétail, afin de retenir celui qui se conforme le mieux à nos connaissances actuelles sur la nutrition animale.

On a enseigné pendant longtemps que la valeur nutritive des aliments dépend de leur teneur plus ou moins grande en matières azotées. S'il en est ainsi, et si l'on tient compte de ce que la partie digérée des aliments intervient seule dans la nutrition, l'unité nutritive ne peut être qu'un certain poids, choisi une fois pour toutes, de matières azotées digestibles. Cette convention conduit inévitablement, inutile de le démontrer, à faire classer en tête les aliments qui, sous le même poids, apportent le plus de protéine assimilable. Comme il est aujourd'hui acquis à la science que les matières non azotées du règne animal et du règne végétal (graisses, hydrocarbonés) possèdent une valeur nutritive trop élevée pour qu'on la néglige, le procédé uniquement basé sur l'équivalence azotée des aliments est absolument illogique. Il a fait son temps.

Depuis quelques années, on emploie de préférence un autre mode de calcul, venu d'Allemagne, qui, tout en conservant quelques affinités avec le précédent, repose cependant sur une base plus scientifique. L'unité nutritive choisie est le kilogramme d'amidon digestible, pris comme type d'aliment hydrocarboné. Pour convertir en unités nutritives le kilogramme de matières grasses et de matières azotées digestibles, voici comment on s'y prend. En ce qui concerne les graisses, leur transformation par le calcul en unités de nature hydrocarbonée s'opère en tenant compte de l'équivalence au point de vue calorifique de ces deux catégories de principes nutritifs.

Ce nouveau terme « valeur calorifique » demandant quelques explications, nous devons ouvrir ici une parenthèse pour rappeler, sommairement, sa définition. Le public ne considère le plus souvent dans l'aliment que la matière. L'aliment apporte cependant autre chose. Il donne des forces et doit être, pour cette raison, considéré comme une source d'énergie. L'aliment n'est donc autre que le mélange de sa propre matière et d'une certaine quantité de travail non réalisé, mais réalisable, ou de chaleur non encore développée, mais prête à être libérée. Ceci posé, dès que l'on a eu reconnu l'utilité de comparer entre elles les quantités d'énergie contenues dans les divers composés organiques, il a fallu recourir aux conventions. Malgré son existence indéniable, l'énergie n'est guère susceptible d'être évaluée numériquement. Ce qui parut le plus simple, ce fut de prendre comme mesure du potentiel, c'est-à-dire de l'énergie en puissance ou virtuelle d'une substance, la chaleur dégagée par sa combustion intégrale. Quand on brûle dans un aliment tout ce que le feu peut décomposer et détruire en présence de l'oxygène de l'air, il ne reste, en effet, que des cendres, incapables de fournir de l'énergie. Aussi admet-on que tout le potentiel de la substance brûlée s'est transformé en chaleur et, comme cette dernière est forcément libérée, il devient facile de la mesurer au moyen des appareils et des méthodes propres à la calorimétrie. La

[1] Voir la *Revue* du 15 mai 1907, t. XVIII, p. 356.

[2] Dietrich et König : *Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel*, 1891, t. II.

O. Kellner : *Deutsche landwirth. Presse*, 1903, n° 85, n° 88.

Th. Pfeiffer : *Mittheilungen der landw. Institute*. Breslau, 1903.

A. Mallèvre : *Compte-rendu du 8e Congrès de l'alimentation rationnelle du bétail*. Paris, 1904.

détermination par combustion de la valeur énergétique des aliments est, du reste, fort rationnelle. En recueillant dans un vaste calorimètre la chaleur produite par un homme au repos, ne se livrant à aucun travail musculaire et ne variant pas de poids, on trouve que la chaleur perdue, en grande partie par le rayonnement de la peau, est justement égale à la somme des chaleurs de combustion des aliments consommés pendant la durée de l'expérience. Ceci démontre que le corps humain se comporte comme les appareils calorimétriques de nos laboratoires, où les matières hydrocarbonées et les graisses se brûlent en présence de l'oxygène jusqu'à combustion complète, c'est-à-dire en ne laissant comme produit final qu'un mélange d'eau et d'acide carbonique, privé de toute énergie.

Nous verrons, par la suite, qu'il n'en est pas tout à fait de même pour les matières azotées. Leur combustion ne se fait pas dans l'organisme aussi complètement que dans le calorimètre. Mais, en ce qui concerne les graisses et les hydrocarbonés, les premières dégagent, pour un même poids brûlé dans le corps, 2,3 fois plus environ de chaleur que les autres. Si donc 100 grammes d'amidon digestible représentent conventionnellement une unité nutritive, 100 grammes de graisse digestible correspondent logiquement à 2,3 unités nutritives. Jusqu'ici, rien dans le procédé qui ne soit rigoureusement conforme aux connaissances scientifiques actuelles.

Voyons maintenant comment, dans le procédé en question, les physiologistes agronomes déterminent, lors du calcul de la valeur nutritive des aliments du bétail, le coefficient dont ils affectent la troisième catégorie des principes nutritifs fondamentaux, celle des matières azotées. Ils s'appuient pour cela sur des considérations tirées de la relation nutritive, c'est-à-dire du rapport du poids des matières azotées contenues dans 100 grammes, par exemple, de l'aliment considéré à celui des matières non azotées totales (graisse et hydrocarbonés) contenues dans le même poids[1]. Si, dans une ration reconnue pratiquement satisfaisante, la relation nutritive est de 1/5, se basant sur ce que le régime, pour être bien utilisé, doit apporter à l'animal 5 parties d'hydrocarbonés et de graisse réunis pour 1 de matières azotées, ils admettent que les hydrocarbonés ou les graisses valent, à poids égal, et au point de vue nutritif, cinq fois moins que les matières azotées. 100 grammes de ces dernières, concluent-ils, correspondent donc, dans l'exemple choisi, à cinq unités nutritives.

[1] Suivant l'usage, le poids des matières azotées est représenté au numérateur par 1. Le dénominateur indique, par conséquent, le poids en bloc des graisses et des hydrocarbonés apportés par l'aliment pour 1, en poids, de principes azotés.

Cette manière de raisonner ne supporte pas la critique. On se rend compte tout de suite que le coefficient élevé ainsi attribué à la valeur nutritive des principes azotés conduit aux mêmes résultats que le procédé des équivalents azotés précédemment condamné. Il donne infailliblement la préférence aux aliments riches en azote, alors qu'il n'existe aucune raison, nous l'avons déjà dit, pour ne prendre uniquement en considération dans les aliments que leur partie azotée.

La Physiologie moderne a très sensiblement modifié nos idées sur le rôle nutritif des albuminoïdes. A ces derniers il faut sans doute demander ce qui est nécessaire pour satisfaire largement le besoin impérieux d'albumine de l'organisme; mais, passé cette limite, l'aliment azoté ne peut que constituer une cause de danger pour la santé, par suite des déchets toxiques qui se produisent à ses dépens. Cela signifie, en termes moins scientifiques, que les viandes de boucherie et certains produits d'origine animale, très riches en azote, sont loin de mériter comme aliments la faveur surfaite dont ils jouissent dans l'opinion du public. La question de l'azote a beaucoup trop hypnotisé le public inconscient et le monde savant lui-même. L'hygiène alimentaire s'en ressent. On commence heureusement aujourd'hui à abandonner les anciens errements.

En faisant intervenir la relation nutritive pour calculer la valeur nutritive des aliments azotés, on s'expose, on le voit, à de sérieux mécomptes. Le procédé est, du reste, sur presque tous les points en contradiction complète avec ce que l'on sait de la nutrition animale. C'est ainsi, autre conséquence erronée, qu'il assigne à la matière azotée une valeur d'autant plus élevée que l'animal en a moins besoin. Il est facile de le démontrer. Personne n'ignore que la relation nutritive change suivant les conditions de l'animal à nourrir. L'homme, d'après les nombreuses données acquises sur les régimes alimentaires les mieux appropriés à ses besoins, ingère, par exemple, en dehors de toute considération scientifique, pour 1 partie en poids de matières azotées digestibles, 4 parties à peine de matières non azotées digestibles, quand il est au repos, puis de 5,5 à 6 lors d'un travail moyen, près de 7 si le travail devient fatigant, et parfois 8 quand il arrive à être surmené. La physiologie donne raison à l'instinct. Celui-ci guide bien l'homme en lui faisant ingérer relativement d'autant moins d'albuminoïdes qu'il travaille davantage. La destinée physiologique des protéiques n'est pas, en effet, de fournir de l'énergie lorsque les muscles se contractent. On a démontré que le travail augmente très peu l'usure incessante et régulière des tissus, presque exclusivement de nature

azotée, de ces derniers, et de plus qu'il s'accomplit de préférence aux dépens des substances hydrocarbonées ou, après épuisement de ces dernières, aux dépens des graisses. Pourquoi reconnaitrait-on alors à l'aliment azoté une valeur huit fois plus grande que celle des hydrocarbonés dans la ration de l'homme soumis à un travail très dur, et quatre fois seulement plus grande dans le cas du repos absolu? Raisonner ainsi revient à nier tout ce que l'on sait actuellement sur la qualité des sources d'énergie mises à contribution pendant la contraction musculaire et la production du travail par les moteurs animés.

II. — Mesure de la valeur nutritive des aliments.

Tout compte fait, pas un des procédés dont on s'est couramment servi jusqu'à présent pour calculer la valeur nutritive des aliments ne repose sur des bases exactes. Les méthodes que nous venons de condamner attribuent toutes à la matière azotée une supériorité injustifiée sur les autres principes nutritifs et, en s'éloignant ainsi par trop de la réalité, elles conduisent à des résultats sans intérêt. Le problème serait-il donc insoluble? Non, certes, car il n'est pas impossible de trouver des conventions permettant d'atteindre le but cherché sans se heurter aux connaissances définitivement acquises sur la nutrition animale, et voici comment :

D'accord avec la Physiologie, nous avons conclu précédemment que, pour comparer la valeur nutritive des matières grasses à celle des hydrocarbonés, on peut logiquement affecter chacune de ces deux catégories de principes d'un coefficient proportionnel à la quantité d'énergie que chacune est susceptible de mettre à la disposition de l'organisme. Pourquoi n'userait-on pas du même artifice lorsqu'il s'agit de comparer la valeur alimentaire des matières azotées à celle des matières hydrocarbonées? En ce qui concerne ces dernières, ainsi que les graisses, nous avons déjà rappelé que les unes et les autres dégagent toujours approximativement la même quantité de chaleur, soit qu'on les brûle *in vitro* dans le calorimètre, soit qu'on les laisse s'oxyder *in vivo* dans le corps des animaux. La mesure de l'énergie que les matières azotées apportent à l'organisme s'opère, par contre, moins facilement, car les chiffres fournis directement au laboratoire par la calorimétrie doivent être, en ce que les concerne, corrigés et diminués de plus de 1/6 environ si l'on veut se conformer à ce qui se passe en réalité dans l'organisme animal. Cela tient à ce que la combustion de la matière albuminoïde n'y est jamais complète. Elle laisse comme résidus une foule de produits azotés, analogues à l'urée, qui, par une oxydation plus avancée, sont encore susceptibles de fournir de la chaleur, et quittent par conséquent l'organisme sans avoir été utilisés complètement.

Les physiologistes prévenus se sont en conséquence employés à déterminer aussi exactement que possible la quantité d'énergie que la matière azotée ingérée digestible peut céder au corps. Les résultats ont sans doute varié avec la nature des aliments, car la qualité de la matière protéique, de même que celle de la matière grasse et de la matière hydrocarbonée, n'est pas toujours la même; mais, malgré cela, les chiffres obtenus se sont trouvés, pour chaque catégorie de principes, très voisins les uns des autres. Voici, à ce sujet, les valeurs calorifiques de 1 gramme des divers principes nutritifs digestibles, telles qu'elles ont été obtenues par des méthodes sur lesquelles je ne puis m'étendre ici, en les faisant réellement brûler dans l'organisme humain. L'unité de mesure du pouvoir calorifique est, je le rappelle, la calorie.

Tableau I. — *Valeur calorifique de 1 gramme des différents principes nutritifs digestibles*[1].

Nature des aliments	Protéine	Graisses	Hydrocarbonés
	calories	calories	calories
Viandes et poissons	4,41	9.38	3,89
Œufs	4,50	9,49	3,89
Produits d'origine animale dans le régime mixte (Moy. générale)	4,41	9,40	3,89
Céréales	4,54	9,31	4,18
Légumineuses (légumes secs)	4,44	9,31	4,18
Légumes frais	3,75	9,31	4,18
Produits d'origine végétale dans le régime mixte (Moy. générale)	4,83	9,31	4,14
Nourriture totale (mélange de produits d'origine animale et d'origine végétale) dans le régime mixte) (Moy. générale	4.36	9.40	4.14

La comparaison de ces nombres n'est pas sans intérêt pratique. Elle nous montre que les subs-

[1] La valeur calorifique des principes digestibles est déduite de celle des mêmes principes bruts, ingérés, en tenant compte de la digestibilité de ces derniers. L'expérience directe trouve, par exemple, que 1 gramme de matière azotée ingérée dégage 4,013 calories, et que cette matière azotée est digestible dans la proportion de 92 %. 1 gramme de matière azotée digérée doit donc correspondre à $\frac{4,013}{0,92}$, soit 4,36 calories, chiffre que nous avons ci-dessus indiqué. Le pouvoir calorifique moyen des hydrocarbonés étant encore de 4,013 calories et leur digestibilité de 97 %, le gramme d'hydrocarbonés digestibles a pour pouvoir calorifique $\frac{4,013}{0,97} = 4,14$ calories environ.

Le pouvoir calorifique des principes digestibles seul est intéressant à connaître et seul doit intervenir dans les raisonnements. La valeur brute des principes ingérés n'a pas, en effet, on le comprend facilement, la même signification vis-à-vis de l'organisme que vis-à-vis du calorimètre.

tances nutritives organiques se séparent en deux groupes bien distincts. Dans le premier figurent les matières grasses, dont le pouvoir calorifique est le plus élevé, et qui, pour cette raison, sont susceptibles, sous un poids donné, de dégager beaucoup plus d'énergie que les autres principes. Cela tient à ce que les graisses sont très riches en carbone, l'élément combustible par excellence. Les matières azotées et hydrocarbonées, dont les chaleurs de combustion dans l'organisme n'atteignent pas la moitié de celle des matières grasses, forment le second groupe. Cela montre à quelles erreurs on s'expose en supposant, ainsi qu'on le croit volontiers, que, dans les principes nutritifs azotés, il y a bien plus d'énergie accumulée que dans les hydrocarbonés, ce qui signifie, en termes moins scientifiques, que les substances d'origine animale les plus riches en protéine, comme les viandes de boucherie, les œufs, etc., sont loin de mériter, en tant qu'aliments, la faveur dont elles jouissent.

On comprend encore mieux l'extrême importance de ces dernières remarques depuis qu'il est nettement établi que, dans certains cas, les principes nutritifs sont équivalents vis-à-vis de l'organisme lorsqu'on les substitue suivant des poids capables de libérer, sous forme de chaleur, la même quantité d'énergie. C'est ainsi que 1 gramme de matière azotée peut parfois satisfaire aussi bien aux besoins dynamiques de l'organisme que 1 gramme d'hydrocarbonés, mais moins bien que 1/2 gramme de graisse.

Revenons maintenant à la détermination de la valeur des aliments et résolvons cette fois le problème en ayant recours aux données d'ordre calorifique. Pour comparer entre elles les trois catégories fondamentales de principes nutritifs, nous n'allons faire intervenir que leurs chaleurs respectives de combustion, telles que les donne l'expérimentation directe sur l'animal. Si l'on continue à prendre comme unité de valeur nutritive ou comme unité nutritive : 1 gramme d'hydrocarbonés digestibles, de valeur calorifique égale à 4,14 calories lorsqu'il est fourni à l'organisme par un régime mixte moyen, on voit que 1 gramme de matières azotées digestibles, de pouvoir calorifique 4,36, équivaut alors à $\frac{4,36}{4,14}$, soit : 1.05 unité nutritive. Le gramme de matière grasse digestible, susceptible de libérer dans le corps 9,4 calories, vaut de même $\frac{9,4}{4,14}$, soit 2,26 unités nutritives. Le calcul des unités nutritives d'un principe organique quelconque ne présente pas plus de difficultés. Pour l'alcool, si l'on adopte le chiffre de 7,184 calories comme valeur calorifique du gramme d'alcool ayant réellement pénétré dans le sang, la valeur en unités nutritives de ce gramme d'alcool absorbé est, par conséquent, de $\frac{7,184}{4,14}$, ou 1,73 unités nutritives.

Le tableau II facilite encore mieux la compréhension et l'application du procédé. Il indique la valeur calorifique et, en regard, la valeur en unités nutritives du gramme de chacune des trois grandes catégories de principes alimentaires digestibles, lorsque ces derniers sont fournis à l'homme par un régime mixte normal.

TABLEAU II. — *Valeur calorifique et équivalence en unités nutritives de 1 gramme des divers principes nutritifs digestibles.*

NATURE DES ALIMENTS (régime mixte)	MATIÈRES AZOTÉES		MATIÈRES GRASSES		MATIÈRES HYDROCARBONÉES	
	Valeur calorifique	Unités nutritives	Valeur calorifique	Unités nutritives	Valeur calorifique	Unités nutritives
Produits d'origine animale, moyenne générale	4,41	1,13	9,40	2,42	3,89	1,00
Produits d'origine végétale, moyenne générale	4,83	1,17	9,31	2,25	4,14	1,00
Ensemble de la nourriture mixte, moy. généralé	4,36	1,05	9,40	2,26	4,14	1,00

D'après cela, pour calculer les unités nutritives de 100 grammes d'un aliment, on ajoute au poids d'hydrocarbonés digestibles contenus dans ces 100 grammes sa teneur centésimale en matières azotées digestibles multipliée, suivant le cas, par les coefficients moyens 1,13; 1,17; 1,05 ci-dessus indiqués, puis sa teneur centésimale en matières grasses digestibles multipliée par l'un des divers facteurs concernant les graisses 2,42; 2,25; 2,26. On arriverait au même résultat en calculant, d'après le pouvoir calorifique des divers principes nutritifs digestifs, les calories totales apportées par la partie digestible de 100 grammes de l'aliment en question et en divisant le nombre ainsi obtenu par 4,1, pouvoir calorifique moyen de 1 gramme d'hydrocarbonés digestibles, choisi comme unité de valeur nutritive. L'avantage du premier procédé, c'est que le public comprend généralement mieux

la signification du terme « unité nutritive », alors que l'équivalence en « calories » lui inspire moins confiance et lui semble plus scientifique que pratique. Le procédé simplifie, en outre, les résultats trouvés, car on se figure beaucoup mieux la valeur de 100 grammes de pain en la cotant, par exemple, 62, nombre des unités nutritives, qu'en la cotant 255, nombre des calories totales fournies à l'organisme par le même poids d'aliment.

Tel est le mode d'évaluation de la valeur nutritive que j'ai adopté pour comparer entre eux les aliments de l'homme, étudiés dans les tables auxquelles je faisais allusion au commencement de cet article. Le procédé, bien que conventionnel, est rationnel, personne ne le contestera, et, dans la pratique, j'espère l'avoir démontré, il est susceptible de rendre de grands services. On peut cependant lui reprocher de ne donner que la valeur nutritive de la partie utilisable des aliments, alors que, pour comparer les diverses substances entre elles avec une exactitude rigoureuse, la réalité des choses voudrait que l'on fasse seulement entrer en ligne de compte les parties utilisées : « utilisables » et « utilisés » ne sont pas synonymes.

Avant d'avoir un effet physiologique réellement utile, tout principe nutritif doit, en effet, être digéré, assimilé, mis à même en un mot d'être utilisé par l'organisme. Nous avons tenu compte de la digestibilité incomplète des aliments, mais non de l'influence si grande, on le reconnaît de plus en plus, du travail de la digestion, c'est-à-dire de la préhension, de la mastication buccale, de l'insalivation, de la déglutition, du transport du bol alimentaire le long du tube digestif, etc. Ces actes consomment de l'énergie et, pour se la procurer, l'organisme animal est obligé de détruire une partie de ses réserves. Au moment où l'aliment pénètre dans l'économie, le travail de la digestion a donc déjà à lui seul beaucoup diminué sa valeur escomptée. Par suite du mouvement nutritif et après sa diffusion dans le sang, l'aliment subit encore de nouvelles transformations. L'assimilation, par exemple, l'utilise comme matériaux de construction pour constituer des réserves à l'organisme. La désassimilation, d'autre part, le détruit, soit tout de suite, soit après sa mise en réserve pour satisfaire aux dépenses d'entretien et le transformer en chaleur ou en travail. Ces opérations de construction, de transmutation, de désassimilation nécessitent toujours, elles aussi, un nouveau travail et empruntent de l'énergie à l'organisme [1].

Pour être complètement exact, il faudrait encore tenir compte de l'action réciproque des principes assimilés les uns sur les autres. Il en est dont la présence à certaines doses épargne l'usure des autres. Une ration insuffisante en protéiques peut, par exemple, devenir suffisante quand on l'enrichit en graisses et surtout en hydrocarbonés. L'influence spéciale de certains aliments sur le système nerveux n'est pas non plus un facteur négligeable. Quoi qu'il en soit, la valeur nutritive et dynamique d'un aliment considéré au moment de son ingestion dépasse toujours celle de la partie digestive réellement utilisable du même aliment et *a fortiori* celle de la partie vraiment utilisée.

L'état de nos connaissances ne nous permettant pas encore d'évaluer avec une exactitude suffisante les pertes moyennes subies, avant leur utilisation, par les grandes catégories de principes nutritifs, nous n'avons fait porter nos calculs que sur les unités nutritives digérées utilisables. Ces dernières suffisent en tout cas à fixer nettement les idées sur la quantité de matière et d'énergie mise à la disposition de l'homme par les divers aliments dans le régime mixte normal.

III. — Tables de substitutions.

Malgré ces dernières réserves, peut-on cependant considérer comme équivalents vis-à-vis de l'organisme humain tous les aliments qui, sous le même poids, apportent le même nombre de calories ou d'unités nutritives utilisables ? La question a un intérêt pratique, car l'alimentation rationnelle consiste uniquement à savoir composer des rations équivalentes avec des substances de nature et de composition très différentes, autrement dit à savoir substituer les aliments entre eux. Le consommateur écoutera certainement d'une oreille moins rebelle le chimiste et le physiologiste le jour où ceux-ci, sans parler de la composition chimique et

[1] En ce qui concerne le bétail, cette question a été très soigneusement étudiée. Kellner et Köhler, à Möckern, pour les ruminants, Züntz, Lehmann, Hageman, à l'Institut agronomique de Berlin, pour le cheval, ont déterminé les pertes d'énergie subies par la matière organique pendant sa transformation en produits utiles (viande, lait, travail), afin de connaître le véritable effet physiologique utile des aliments. Chez les ruminants, le déchet est considérable : sur 100 parties utilisables de fourrages grossiers (foin, paille), le bœuf n'en utilise en réalité que 56. Ce déficit de 44 % se répartit ainsi en chiffres ronds : il y a perte de 22 % due au travail de l'ingestion, de la mastication, de la rumination; de 9 % due au travail que nécessite la propulsion des aliments d'un bout à l'autre du tube digestif (péristaltisme, etc.); de 9 % par suite des fermentations intenses qui se produisent dans les estomacs des ruminants; enfin de 4 % due aux dépenses d'énergie inhérentes à la nutrition intime et aux métamorphoses subies par les aliments digérés (métabolisme). Le cheval n'utilise de même que 48 % de ce qui est utilisable dans le foin : sur 100 parties utilisables de l'avoine, il lui en reste, par contre, 80 environ de disponibles pour la production du travail. Toutes ces pertes se reproduisent en petit chez l'homme. On a constaté chez ce dernier une élévation de près de 30 % des échanges nutritifs, rien qu'en excitant le tube digestif au moyen de substances laxatives (sulfate de soude ou de magnésie) prises à petites doses.

de la digestibilité et des calories, mettront à sa disposition des tables de substitutions permettant de remplacer à première vue les aliments les uns par les autres, à valeur nutritive égale, et faciliteront ainsi l'établissement des rations ou les modifications à apporter, suivant les circonstances, aux régimes courants consacrés par la pratique.

Rien n'étant plus simple que d'opérer une substitution rationnelle entre deux ou plusieurs aliments lorsque l'on est fixé sur leur valeur nutritive comparée, j'ai donc présenté au dernier Congrès des tables de substitutions, calculées d'après le nombre d'unités nutritives utilisables apportées par les aliments et indiquant par combien de tel aliment il faut remplacer 100 de tel autre. L'esprit du public n'est pas encore fait à ces sortes de calculs, que l'on a de suite dénommés ironiquement « les mathématiques alimentaires », et certains se sont apitoyés sur le sort du malheureux consommateur, condamné par la science à recevoir les calories ou les unités nutritives nécessaires sans qu'il ait le droit de se préoccuper de la nature des aliments. Pour montrer le peu de logique du procédé, on a feint de prétendre que l'on fournissait, par exemple, la même chose à l'organisme en mettant à sa disposition 62 unités nutritives sous forme :

			PRIX MOYENS à Paris
Soit de	100 grammes de pain	coûtant environ	0 fr. 040
—	64 grammes de sucre	—	0 fr. 042
—	129 gr. de gigot de mouton	—	0 fr. 335
—	85 c. c. d'eau-de-vie	—	0 fr. 382
—	954 grammes d'épinards	—	0 fr. 400

Nos conventions premières, uniquement basées sur les lois de la physiologie de la nutrition, conseillent cependant de ne mettre en pratique le système scientifique des substitutions que sous certaines conditions et réserves, tout particulièrement indiquées dans mes tables et que voici très résumées.

Pour que les aliments comparés l'un à l'autre puissent avoir le même effet utile vis-à-vis de l'organisme humain, il faut, avant tout, qu'ils soient voisins quant à leur teneur en principes nutritifs nécessaires, c'est-à-dire en matières azotées albuminoïdes et en matières minérales. Les premières, nous le savons, ne sauraient être remplacées par aucun autre principe nutritif, à moins naturellement que la ration n'en contienne plus que l'usure des tissus n'en réclame, tandis que les graisses et les hydrocarbonés peuvent, dans une certaine limite que nous verrons, se substituer à valeur énergétique égale. Pour éviter toute erreur de ce côté, il est facile, on l'accordera, de mettre le consommateur à même de comparer lui-même les aliments au point de vue de leur teneur en matières azotées. Il suffit que les tables alimentaires qu'il consulte donnent, tout calculé, le rapport des unités nutritives digestibles de provenance protéique et des unités nutritives fournies en bloc par les matières grasses, et hydrocarbonées digestibles. Suivant l'usage, les matières azotées sont représentées par 1 au numérateur de ce rapport. Le dénominateur indique, par conséquent, le nombre d'unités nutritives d'origine non azotée (graisses et hydrocarbonés) contenues dans l'aliment à côté de 1 unité nutritive de nature azotée. Lorsque les relations des unités nutritives de deux aliments sont identiques ou très voisines, une unité nutritive utilisable de l'un des deux aliments se comporte, vis-à-vis de l'organisme humain et en ce qui concerne l'apport azoté, comme une unité nutritive de l'autre. Pour plus de précaution, il est non moins utile que le public trouve encore dans les tables de substitutions la teneur en matières azotées digestibles de chacune des quantités d'aliments qui y figurent. Cela lui permet de se rendre compte d'un simple coup d'œil si un certain poids d'aliment, tout en ayant la même valeur nutritive globale qu'un certain autre poids d'un autre aliment, contient à peu près la même quantité de matières azotées.

En ce qui concerne les matières minérales, bien qu'elles soient aussi nécessaires que les protéiques, nos connaissances actuelles ne permettent pas de renseigner exactement le consommateur sur ce que doit être la ration journalière minérale, tant au point de vue de la qualité que de la quantité. On a, il est vrai, constaté que l'alimentation courante, prise en dehors de toute considération scientifique, apporte, sous une forme convenable et en quantité suffisante, les éléments inorganiques minéraux nécessaires à la vie [1].

Les hygiénistes soulèvent également d'autres objections, que voici, contre l'emploi, dans la pratique courante, de ssubstitutions à valeur nutritive égale. La science physiologique autorisant à remplacer les graisses par les hydrocarbonés et *vice versa*, en se basant, pour mesurer leur valeur nutritive, sur la chaleur de combustion de ces deux principes, sur la foi des chiffres fournis par le calorimètre, le consommateur peut donc, a-t-on fait remarquer, se trouver contraint à donner régulièrement la préférence aux aliments gras. Ces derniers n'apportent-il pas, en effet, sous un poids donné, plus du double de l'énergie contenue dans les pro-

[1] La fixation par l'organisme animal et surtout par l'organisme adulte de la matière azotée et des composés minéraux, quel que soit l'état de ces derniers, dépend bien plus de l'activité cellulaire et des aptitudes spécifiques de l'individu que de la qualité de l'alimentation et de son abondance. La suralimentation azotée n'occasionne que très rarement une surproduction de chair maigre musculaire. La suralimentation minérale n'enraie pas infailliblement la déminéralisation (rachitisme, phosphaturie, déchloruration, épuisement des réserves ferrugineuses et anémie, etc.).

téiques et les hydrocarbonés? Comme les graisses ne se rencontrent en abondance que dans les produits d'origine animale, dont on ne doit pas, si l'on écoute les médecins, user en grandes quantités, voilà, a-t-on prétendu, le procédé condamné par l'hygiène, à moins que le consommateur ne dispose d'un critérium lui permettant de ne pas dépasser une juste limite. Eh bien, ce critérium existe. La nature a heureusement doué l'homme d'un instinct qui pressent les dangers de ces sortes de régimes exclusifs. Le consommateur rejette de lui-même les substitutions conduisant à un abus des corps gras, car, sans avoir fait de physiologie et sans connaître les règles élémentaires de l'hygiène, il sait que l'estomac supporte assez mal les doses élevées de graisses. L'homme n'ignore pas davantage qu'il s'accommode beaucoup mieux des hydrocarbonés, et il est du reste d'autant plus poussé à les augmenter dans sa ration qu'ils coûtent moins cher que les corps gras. Devant cette dernière remarque, il est permis de se demander alors si l'homme n'est pas poussé, par un excès inverse, à trop demander aux hydrocarbonés. On peut encore répondre que non, car les principes hydrocarbonés dominent surtout dans les aliments d'origine végétale; or, comme ceux-ci sont généralement riches en ligneux, la ration devient de suite trop volumineuse si l'on en abuse. L'homme qui dispose d'un tube digestif d'omnivore, différent de celui des herbivores, a vite fait de s'en apercevoir. En résumé, les goûts instinctifs et le bon sens nous guident, on le voit, très suffisamment, et ne nous laissent ingérer que des qualités et des quantités d'aliments en rapport avec la constitution anatomique, la capacité, les habitudes, les sécrétions de notre estomac et de notre intestin. En ne l'oubliant pas, on évite les erreurs précédemment signalées, mais dues uniquement à l'exagération flagrante des défauts d'une méthode que certains se sont plu à ne pas appliquer raisonnablement.

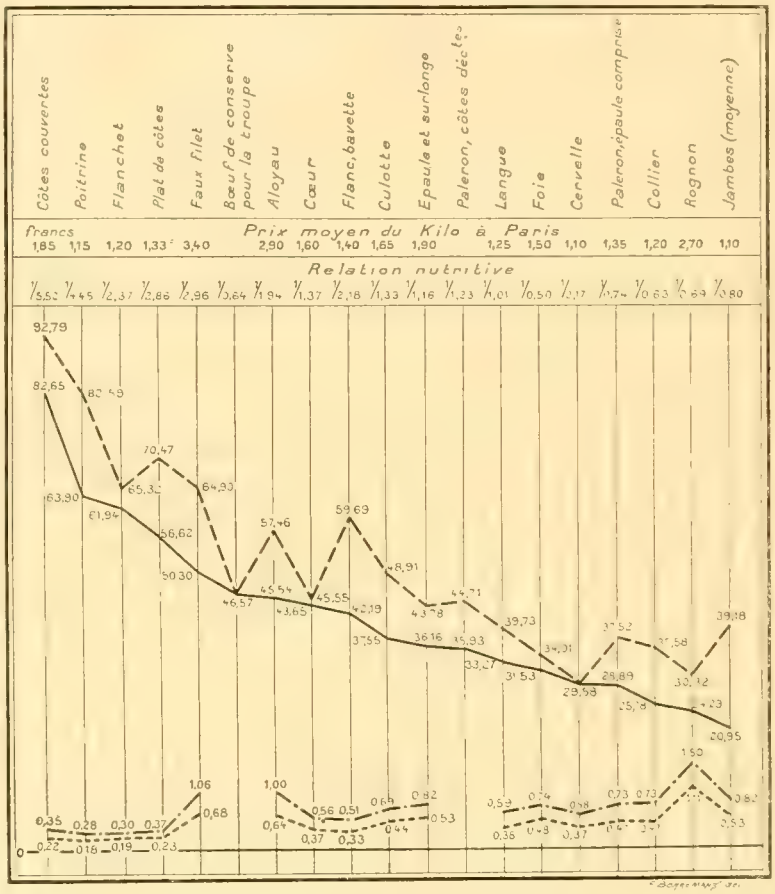


Fig. 1. — *Comparaison de la valeur nutritive et de la valeur vénale des différents morceaux de viande de bœuf.*

——— Unités nutritives utilisables équivalentes à 100 d'aliment brut (avec déchets).
— — — Unités nutritives utilisables équivalentes à 100 d'aliment brut (sans déchets).
—·—·— Sommes en francs qu'il faut dépenser pour avoir, dans les différents morceaux, l'équivalent nutritif de 1 franc d'aloyau.
– – – – Prix (en francs) des 100 unités nutritives utilisables (pour les prix au kilog indiqués).

Lorsqu'on opère des substitutions, il faut de même, lors de la mise en pratique de la formule théorique proposée, tenir compte, cela va encore de soi, de la distinction que tout le monde sait faire entre les aliments légers, qui passent facilement, et les aliments lourds, dont la digestion est lente et pénible[1], puis entre les aliments qui plaisent et ceux que l'on n'aime pas. Ne pas tenir compte des idiosyncrasies, c'est-à-dire des goûts et des aptitudes spéciales de ceux dont on se propose de modifier le régime, revient à ruiner l'estomac et la santé : ce qui, je crois, n'a jamais été le but de l'alimentation rationnelle.

[1] Pour cette raison, un tableau de substitutions, calculé en tenant compte de l'équivalence au point de vue des unités nutritives utilisables, ne peut être consulté utilement, lors d'une application pratique, que s'il ne porte que sur des aliments comparables quant à leur nature et quant à l'intensité du travail occasionné par leur digestion et assimilation. Un de mes tableaux de substitutions ne compare, par exemple, que les différents morceaux de viande de bœuf, un autre que les différentes charcuteries, un autre que les

IV. — Prix respectifs des trois groupes fondamentaux de principes nutritifs.

Nous avons posé en principe que l'alimentation rationnelle doit répondre à deux sortes d'exigences de nature très différente, mais qu'il est cependant nécessaire de satisfaire toutes deux en même temps. On ne peut l'établir que conformément aux lois physiologiques régissant le fonctionnement normal et régulier de l'organisme humain. Il faut, en outre, qu'elle atteigne ce premier but, tout en faisant dépenser le moins possible au consommateur.

Les tables alimentaires, et surtout les tables de substitutions, dont tout le monde peut comprendre la signification, résument les connaissances nécessaires à l'établissement d'une ration satisfaisant aux conditions physiologiques d'une bonne alimentation. La comparaison de la valeur nutritive et de la valeur vénale des aliments permet de se conformer ensuite aux conditions économiques d'une bonne alimentation.

Le prix des aliments, comme, du reste, de tout ce qui se vend, est réglé avant tout par l'offre et la demande; mais la nature et, par conséquent, la composition chimique influent également un peu sur le prix de vente.

Personne n'ignore que les aliments peu azotés, offerts principalement par le règne végétal, sont beaucoup moins chers que les produits d'origine animale, presque totalement privés d'hydrocarbonés, mais très riches en principes azotés et en matières grasses. Il est donc intéressant de déterminer les prix auxquels l'on paie dans les divers aliments les trois groupes fondamentaux de principes nutritifs [matières azotées, matières grasses et hydrocarbonés].

Voici par quel artifice on a cherché à résoudre ce problème délicat.

On est parti de cette convention que la valeur vénale des aliments dépend uniquement de leur teneur en matières azotées, grasses et hydrocarbonées.

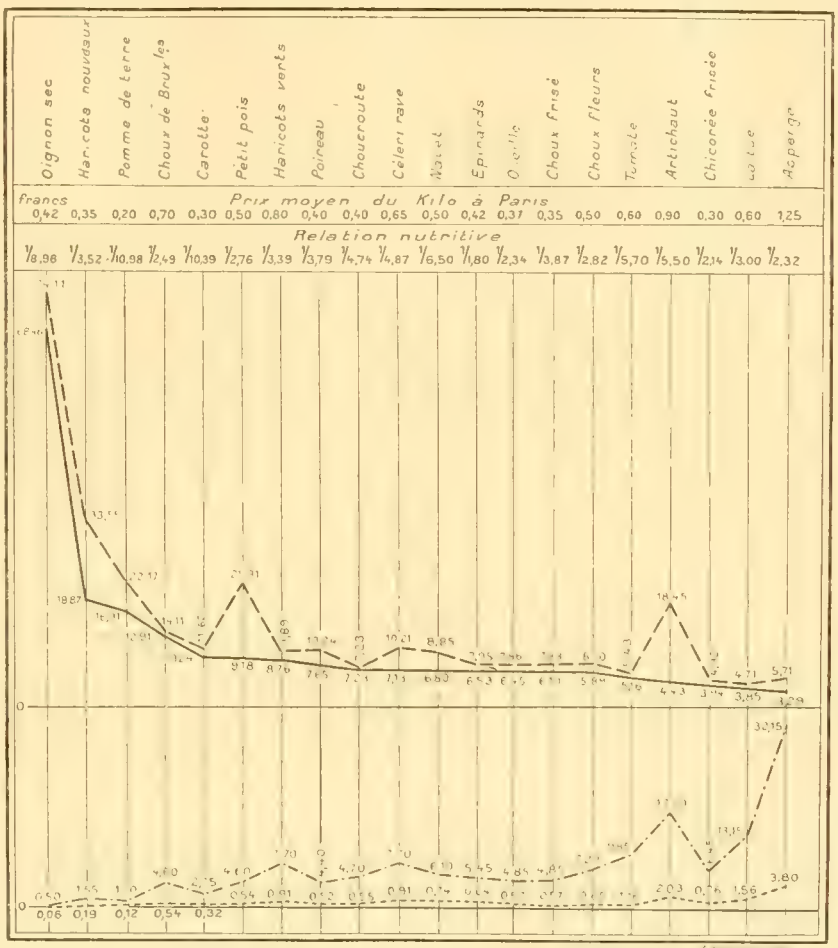


Fig. 2. — *Comparaison de la valeur nutritive et de la valeur vénale de divers légumes et salades.*

——— Unités nutritives utilisables équivalentes à 100 d'éléments bruts (avec déchets).
— — — Unités nutritives utilisables équivalentes à 100 de parties comestibles (sans déchets).
—·— Courbe de comparaison des sommes (en francs) qu'il faut dépenser pour avoir l'équivalent nutritif de 1 franc de pommes de terre.
– – – – Prix en francs des 100 unités nutritives utilisables pour les prix au kilog indiqués.

Posant ensuite :

x = le prix du gramme ou du kilog de matière azotée
y = le prix du gramme ou du kilog de matière grasse
z = le prix du gramme ou du kilog de matière hydrocarbonée
} brute ou digestible suivant les conventions,

et plusieurs analyses ayant donné la composition de la denrée examinée (il faut au moins trois ana-

principaux légumes frais et salades. Les comparaisons d'ensemble entre aliments disparates n ont d'intérêt qu'au point de vue économique.

lyses ou moyennes d'analyses), en représentant par :

a, a', a'', les trois taux trouvés de matière azotée,
g, g', g'', — — grasse,
h, h', h'', — — hydrocarbonée,

on arrive au système suivant de trois équations à trois inconnues :

$$ax + gy + hz = P = \text{le prix de denrée analysée,}$$
$$a'x + g'y + h'z = P' = \text{le prix de la denrée —}$$
$$a''x + g''y + h''z = P'' = \text{le prix de la denrée —}$$

qui donne les valeurs de x, y, z.

On se rend compte de suite que le procédé est illogique et que, dans la pratique, il serait dangereux d'en user pour comparer au point de vue économique les aliments entre eux. Le prix des aliments dépend avant tout, en effet, nous l'avons dit, de l'offre et de la demande. Aucun raisonnement n'a sa raison d'être, s'il se trouve en contradiction avec cette loi économique universellement reconnue. Sans doute, en règle générale, les aliments azotés ou gras sont plus chers, mais cela n'empêche pas que tel morceau de boucherie, ou tel légume, ou tel fruit jouit d'une certaine faveur auprès du public à cause de ses qualités diététiques, ou de la difficulté que l'on a à se le procurer ; tandis que tel autre aliment, qui en vaut bien d'autres à tous les points de vue, n'est pas prisé, uniquement parce que l'usage ou le goût du jour veulent qu'il en soit ainsi.

La méthode d'évaluation algébrique des variations, dans les divers aliments, du prix des groupes fondamentaux de principes nutritifs présente encore cet inconvénient d'aboutir le plus souvent à des valeurs négatives. Je l'ai constaté en cherchant à l'appliquer aux aliments de l'homme.

Le système d'équation à trois inconnues ne donne qu'exceptionnellement des chiffres positifs. Lorsque, dans l'aliment considéré, on peut ne pas tenir compte des hydrocarbonés, ce qui arrive pour la plupart des produits d'origine animale, comme il ne reste que deux

TABLEAU III. — *Prix de revient de divers aliments et des principes nutritifs digestibles qu'ils contiennent.*

ALIMENTS	PRIX moyen à Paris (au détail) du kilog d'aliment brut (avec déchets)	PRIX du kilog de partie comestible [1]	PRIX de 100 grammes de matières azotées digestibles (MA)	PRIX de 100 grammes de matières grasses digestibles (MG)	PRIX de 100 grammes d'hydrocarbonés digestibles (MH)	RAPPORT du prix de MA à celui de MG	RAPPORT des prix de MH : MA : MG
	fr c	fr. c.	fr c.	fr c.	fr c.		
Bœuf, aloyau	2,90	3,66	1,60	0,42	» »	3.81	»
— plates côtes	1.33	1.66	0,65	0,24	» »	2.71	»
Veau, longe	2.25	2.75	1,70	0,38	» »	4,47	»
— épaule	2,00	2,63	1.08	0.44	» »	2.46	»
Mouton, gigot	2.60	3,19	1.38	0.44	» »	3,14	»
— poitrine hautes côtes	1,40	1,69	0,13	0.37	» »	0.35	»
Porc, épaule et basses côtes	2.40	2,96	1,22	0.32	» »	3.81	»
— côtelette carré	2,40	2,99	1,70	0.09	» »	18.68	»
Jambon fumé	4,00	4,63	1,42	0,63	» »	2.25	»
Poulet	3,50	5,00	1.88	0.99	» »	1.90	»
Hareng frais	0,60	0,98	0,49	0,14	» »	3.50	»
Carpe	2.75	5.52	2,55	4.03	» »	0.63	»
Œuf	1.50	1,71	0,68	0.74	» »	0.92	»
Pain blanc	0.40	0.40	0.03	0.26	0,06	» »	1 : 0.50 : 4.33
Farine de froment	1.00	1,00	0.09	0.52	0.11	» »	1 : 0.82 : 4.73
Lentilles	0,50	0,50	0,08	0.08	0.05	» »	1 : 1.60 : 1.60

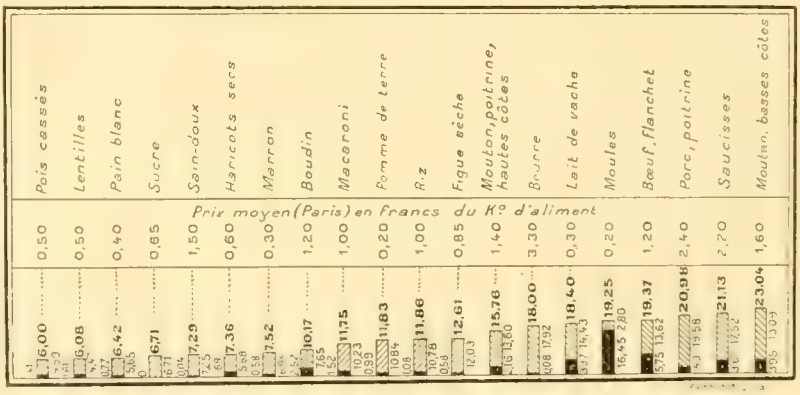


Fig. 3. — *Prix (en centimes) sur le marché (chiffres gras) de 100 unités nutritives prises dans les aliments bruts (avec déchets) indiqués.*

▩ Ce que coûtent les matières azotées des 100 unités nutritives.
Ce que coûtent les hydrocarbonés et graisses réunis des 100 unités nutritives prises dans ▧ les aliments d'origine animale,
▨ — — végétale.

[1] Déduit du précédent en tenant compte des déchets.

inconnues, l'équation se résout plus facilement.

Le tableau III donne quelques-uns des résultats de nos calculs. Il eût été intéressant de trouver, pour chaque catégorie d'aliments, un rapport suffisamment constant entre les prix des trois grands groupes de principes nutritifs; mais, en présence des écarts enregistrés, il faut renoncer à présenter des coefficients réellement moyens. On remarquera que, dans les viandes et autres produits d'origine animale, et cela contrairement aux lois des équivalences physiologiques des aliments, on paie le plus souvent la graisse infiniment moins cher que la matière azotée.

Dans les produits d'origine végétale (pain, farine, lentille), les prix des matières azotées et hydrocarbonées sont, au contraire, assez voisins l'un de l'autre et bien inférieurs à ceux de la graisse, ainsi que cela doit théoriquement exister.

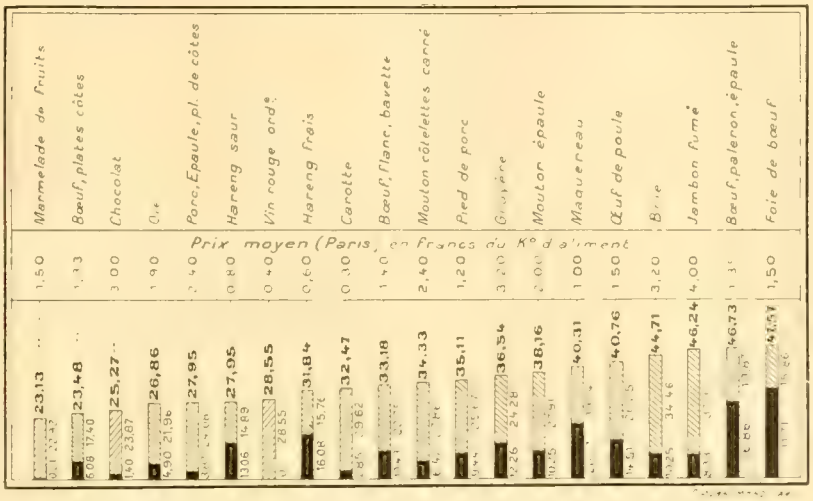


Fig. 4. — *Prix (en centimes) sur le marché (chiffres gras) de 100 unités nutritives prises dans les aliments bruts (avec déchets) indiqués.*

■ Ce que coûtent les matières azotées des 100 unités nutritives.

Ce que coûtent les hydrocarbonés et graisses réunis des 100 unités nutritives prises dans ▧ les aliments d'origine animale,

▨ — — végétale.

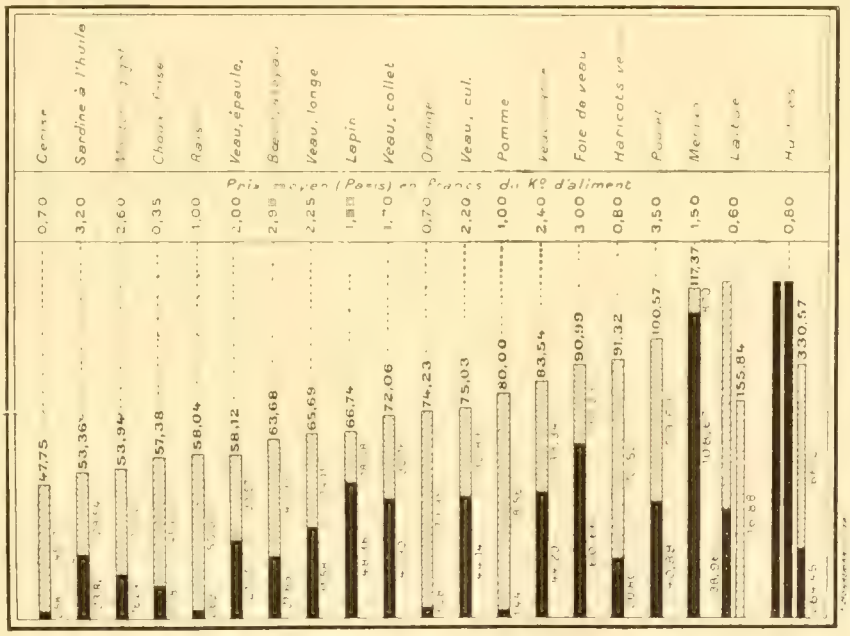


Fig. 5. — *Prix (en centimes) sur le marché (chiffres gras) de 100 unités nutritives prises dans les aliments bruts (avec déchets) indiqués.*

■ Ce que coûtent les matières azotées des 100 unités nutritives.

Ce que coûtent les hydrocarbonés et graisses réunis des 100 unités nutritives prises dans ▧ les aliments d'origine animale,

▨ — — végétale.

V. — Comparaison de la valeur nutritive et de la valeur vénale des aliments.

Revenons à la comparaison de la valeur nutritive et de la valeur vénale des aliments, qui permet, nous l'avons dit, de se conformer aux conditions économiques d'une bonne alimentation. Quand on connaît le nombre d'unités nutritives des aliments à comparer, on trouve sans la moindre difficulté celui d'entre eux qui, tout compte fait, présente le plus d'avantages. Il suffit, pour cela, de se laisser guider par le prix de l'unité nutritive. Ce prix est obtenu en divisant le prix de 100 grammes de l'aliment considéré par le nombre d'unités nutritives contenues dans ces 100 grammes. L'aliment le plus avantageux est celui dont l'unité nutritive coûte le moins cher. On ne saurait insister davantage, tellement le raisonnement et le calcul sont simples à comprendre et à exécuter.

TABLEAU IV. — *Valeur nutritive et valeur vénale de différents types de repas à bon marché pris à Paris.*

	REPAS SERVIS DANS LES CRÈMERIES		REPAS SERVIS DANS LES RESTAURANTS A PRIX FIXE		REPAS SERVIS DANS LES BOUILLONS POPULAIRES	
	1er type	2e type	1er type	2e type	1er type	2e type
Menus	2 œufs sur le plat . 86gr5 1/2 litre de lait. . . 438,0 1 pain . . 63,0	2 œufs sur le plat . 86gr5 1 tasse de chocolat. 234,0 1 pain . . 63,0 2 morc. 1/2 de sucre. 21,5	Saucisson . . . . 23gr Beurre. . . . . 7 Ragoût de mouton : Mouton. . . . . 130 Pommes de terre. 205 Macaroni . . . . 210 Crème. . . . . 30 Pain. . . . . 500 Vin rouge, 365 c. c.	Sardine à l'huile. 12gr Beurre. . . . . 7 Longe de veau à l'oseille : Veau . . . . . 91 Oseille . . . . 101 Lentilles . . . . 200 Gâteau . . . . . 30 Pain . . . . . 500 Vin blanc, 305 c. c.	Longe de veau. . 70gr Pommes de terre sautées . . . . 120 Petits pois au jus. 140 Fromage à la crème. . . . . 50 Pain. . . . . 200 Vin, 500 c. c.	Mouton ragoût . 115gr Pommes de terre. 130 Macaroni . . . . 180 Gruyère de Comté. 40 Pain. . . . . 200 Vin, 250 c. c.
Prix	1 fr.	1 fr.	1 fr. 15	1 fr. 15	1 fr. 25	1 fr. 05
					Ne diffèrent que par la quantité de vin bue.	
Matières azotées digestibles	46,966	36,662	102,304	75,964	58,963	84,290
— grasses digestibles	27,732	35,948	82,270	34,979	36,936	75,810
— hydrocarbonées digestibles	19,402	59,471	373,450	329,596	140,834	203,079
Alcool digestibles	0	0	du vin : 8,213 22,728	du vin : 6,863 20,496	du vin : 11,250 33,600	du vin : 5,625 16,800
Unités nutritives digérées fournies :						
par les Matières azotées	50,254	39,228	109,465	81,281	63,090	90,190
par — — grasses	63,506	82,321	188,398	80,102	84,583	173,605
par — — hydrocarbonées	19,402	59,471	381,663	336,459	152,084	208,704
par l'Alcool	0	0	39,774	35,868	58,800	29,400
Total des Unités nutritives	163,162	181,020	719,300	533,710	358,557	501,899
Rapport des Unités nutritives azotées aux Unités nutritives non azotées.	1 : 2,24	1 : 3,61	1 : 5,57	1 : 5,56	1 : 4,68	1 : 4,56
Prix des 100 Unités nutritives	0 fr. 613	0 fr. 552	0 fr. 159	0 fr. 215	0 fr. 348	0 fr. 209
Ce que coûtent dans 100 Unités nutritives :						
1° les Matières azotées	0 fr. 189	0 fr. 119	0 fr. 024	0 fr. 033	0 fr. 061	0 fr. 037
2° les Matières grasses et les hydrocarbonées en bloc	0 fr. 424	0 fr. 433	0 fr. 135	0 fr. 182	0 fr. 287	0 fr. 172

Les figures 1 et 2 complètent ce que les précédents graphiques nous ont déjà appris sur les différents morceaux de la viande de bœuf et les principaux légumes et salades. Elles permettent de comparer entre eux, au point de vue réellement économique, les aliments de chacun de ces deux groupes.

Il faut naturellement s'entendre sur la signification exacte donnée ici au mot « prix ». Nos graphiques désignent sous cette rubrique la valeur vénale moyenne de l'aliment sur le marché de Paris ; mais, pour les comparaisons économiques, il vaut mieux calculer le prix de l'unité nutritive en partant du prix de l'aliment servi et tel que dans l'assiette, c'est-à-dire en se basant sur le prix de vente majoré de tous les frais accessoires de transport, de main-d'œuvre, de cuisine, d'assaisonnement, de cuisson (combustible), etc. Le fromage, qui n'exige ni préparation ni cuisson, livre certainement l'unité nutritive à meilleur compte que son équivalent nutritif de viande crue. Certains aliments demandent un assaisonnement spécial qui coûte et que l'on doit logiquement envisager.

Les figures 3, 4 et 5 montrent l'intérêt de la comparaison des prix moyens des 100 unités nutritives prises sur le marché de Paris sous forme de 60 aliments de toute nature choisis parmi les plus courants. Le tableau indique, en outre, ce que coûtent d'une part la partie azotée et d'autre part la partie non azotée de ces 100 unités nutritives, données que l'on obtient en partageant le prix des 100 unités nutritives proportionnellement à la teneur de l'aliment en protéiques d'une part, puis en hydrocarbonés et graisses réunis d'autre part.

L'examen des graphiques montre que les principales catégories d'aliments courants, tels que les viandes de boucherie, les charcuteries, les poissons ou crustacés, les légumes, les fruits, les sucreries, etc., sont tout aussi bien représentés dans la classe des aliments réellement avantageux (fig. 3) que dans celle des aliments moyennement économiques (fig. 4) ou dans celle des aliments les plus chers (fig. 5). En tête du premier graphique (fig. 3) figurent, par exemple, les légumes secs, le pain, le saindoux, certaines charcuteries, ce qui n'étonnera personne, puis le sucre et le beurre, le lait et les figues, ce à quoi le consommateur s'attend probablement moins, et enfin plusieurs morceaux de boucherie (mouton, bœuf). Cette dernière constatation se trouve en complète contradiction avec les conclusions de ceux qui, actuellement, enseignent que la viande de boucherie occupe la première place parmi les aliments de luxe. Si la science de l'alimentation rationnelle veut faire œuvre utile et pratique, il ne faut pas qu'elle se montre, de parti pris, intransigeante, quelque louables que soient ses intentions.

VI. — Application pratique des données précédentes.

Afin de conclure en des termes bien faits pour que l'on comprenne toute la portée sociale de ces raisonnements, j'ai calculé la valeur nutritive de différents types courants de repas à bon marché servis, à Paris, dans les crèmeries, puis dans les restaurants à prix fixe et dans les bouillons populaires, et cela dans le but de la comparer à leur valeur vénale. Tous les chiffres concernant la nature et le poids des aliments, ainsi que la composition chimique des menus discutés dans le tableau IV, sont empruntés à l'une des enquêtes alimentaires si consciencieusement poursuivies sur place par M. Tribot, attaché au laboratoire d'Energétique d'Ernest Solvay. Il ne s'agit donc pas là de repas fictifs, mais de résultats moyens déduits de nombreuses pesées et analyses ayant porté, pour chaque type, sur vingt ou trente échantillons d'aliments prélevés dans les quartiers du centre de Paris.

Nous avons dit, au début de cet article, qu'il fallait parler argent au consommateur. Nous basant sur les prix auxquels reviennent les 100 unités nutritives, dans chacun de ces types de repas, ainsi que sur le nombre d'unités nutritives susceptibles de subvenir largement aux besoins journalières d'un homme moyen fournissant un travail moyen (950 unités nutritives environ), nous montrerons au Parisien de condition modeste, mais qui veut et doit s'alimenter suffisamment, que ses dépenses de table vont varier du simple au triple, presque au quadruple, suivant qu'il prend ses repas à la crèmerie, ou dans un restaurant à prix fixe, ou dans un bouillon populaire.

Tableau V. — *Coût de l'alimentation suivant les genres de repas.*

	Repas servis dans les crèmeries		Repas servis dans les restaurants à prix fixe		Repas servis dans les bouillons populaires	
	1er type	2e type	1er type	2e type	1er type	2e type
	fr. c	fr. c	fr. c	fr. c.	fr c	fr c
Par jour.	5 82	5 24	1 51	2 04	3 31	1 99
Par an. .	2.126 48	1.914 06	551 33	745 51	1.206 69	724 71

Ces chiffres se passent de commentaires et leur intérêt pratique, je l'espère, donnera à réfléchir à ceux qui doutent encore de l'utilité et de la possibilité des applications sociales de la science de l'Alimentation.

J. Alquier,
Ingénieur-agronome,
Chimiste expert près les Tribunaux,
Attaché au Laboratoire de Recherches alimentaires
de la Compagnie générale des Voitures à Paris.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Duhem (P.), *Correspondant de l'Institut, Professeur de Physique théorique à la Faculté des Sciences de Bordeaux.* — **Recherches sur l'Elasticité.** — 1 *vol. in-4 de* 218 *pages* (*Prix* : 12 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1906.

L'objet de ces recherches est d'établir des résultats utilisables pour l'étude des corps mous ou pâteux qui forment la transition entre les fluides et les solides.

Après avoir étendu les formules de G. Kirchhoff et de M. Boussinesq, concernant les déformations finies d'un milieu continu, au cas où les masses élémentaires qui composent le milieu sont soumises à des actions non newtoniennes, M. Duhem étudie les lois de l'équilibre et du mouvement des corps vitreux. Une importante application est faite aussitôt au cas particulier où les actions tant extérieures qu'intérieures sont newtoniennes et où le milieu est faiblement écarté de son état initial. Dans l'hypothèse simplificative où les actions auxquelles le milieu est soumis sont purement superficielles et où la température est uniforme et constante, l'auteur retrouve des résultats donnés naguère par O. E. Meyer.

L'étude de la propagation des ondes dans les susdits milieux conduit, pour diverses conditions de conductibilité calorifique, à une série de propriétés très élégantes.

Trois chapitres sont consacrés aux conditions de stabilité d'un milieu élastique quelconque, vitreux ou non, et à l'étude du déplacement de l'équilibre.

Enfin, un exposé de la théorie générale des ondes dans les milieux élastiques dénués de viscosité complète et étend certains théorèmes de M. Hadamard ; il est suivi d'une théorie des ondes au sein des milieux doués de viscosité, et l'ouvrage se termine par un important chapitre sur la continuité de l'état liquide et de l'état vitreux.

Par les méthodes employées et par la nature des résultats obtenus, le présent livre est comme la suite des « Recherches sur l'Hydrodynamique », que M. Duhem a publiées il y a deux ans. Il apporte une contribution sérieuse à l'étude théorique des corps pâteux. A la vérité, les milieux sont supposés dénués d'hystérésis, ce qui exclut la possibilité des déformations permanentes et restreint la portée expérimentale des conclusions; mais M. Duhem laisse entendre que les principes de sa théorie des déformations permanentes lui permettront de se débarrasser de cette hypothèse restrictive.

A. Boulanger,
Professeur adjoint de Mécanique
à la Faculté des Sciences de Lille.

Lombard (Joanny) et **Caen** (Julien). — **Le contremaître-mécanicien.** — 1 *vol. in-8° de* 505 *pages avec* 330 *figures.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1906.

MM. Lombard, chef d'ateliers à l'Ecole nationale d'Arts et Métiers de Lille, et Caen, inspecteur de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail, ont mis en commun leur savoir, leur expérience et la documentation spéciale acquise par leurs fonctions, pour rédiger un *vade-mecum* du contremaître-mécanicien, lui permettant de faire rapidement et correctement les calculs d'atelier, d'assurer la sécurité des ouvriers et d'appliquer les lois qui régissent aujourd'hui le travail.

La première partie de l'ouvrage est un formulaire, dans lequel on a reproduit des notions très élémentaires d'Arithmétique, de Géométrie, de Trigonométrie, de Physique, de Chimie, de Mécanique et d'Electricité, avec des exercices numériques montrant au lecteur comment on applique les théories. Des tableaux de chiffres, recueillis dans les agendas, complètent assez inutilement cette partie technique; quelques-uns de ces tableaux devraient être retouchés, notamment celui des monnaies, qui retarde de près de quarante ans.

L'étude des moyens d'établir l'ordre dans les ateliers, et l'examen des précautions à prendre pour assurer aux ouvriers une bonne hygiène et prévenir les accidents, forme la deuxième partie du livre; la troisième est consacrée aux lois ouvrières. Le lecteur trouvera là un certain nombre de pages vraiment intéressantes et utiles; les questions traitées sont encore peu connues du public, bien que leur importance croisse chaque jour. Signalons les règlements sur le travail des adultes, des enfants, des filles mineures et des femmes, les lois relatives aux accidents du travail, au contrat de travail, aux syndicats professionnels et aux retraites ouvrières. Les industriels doivent connaître, mieux encore que les contremaîtres, ces questions nouvelles qui sont plus que toutes les autres à l'ordre du jour : à ce titre, nous leur recommandons le livre de MM. Lombard et Caen.

Aimé Witz,
Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.
Correspondant de l'Institut.

Villepontoux (L. F.), *Directeur d'Ecole primaire supérieure.* — **Cours d'Arithmétique.** — 1 *vol. in-16 de* 310 *pages.* (*Prix* : 4 *fr.*) *F. de Rudeval, éditeur, Paris*, 1906.

Ce cours est spécialement écrit pour les élèves des Ecoles normales et des Ecoles primaires supérieures et professionnelles, dont il passe en revue tout le programme; l'auteur y a ajouté, en outre, un chapitre sur les approximations numériques. De nombreux exercices, pour la plupart donnés dans les divers examens de l'enseignement primaire, complètent chaque livre de cours.

2° Sciences physiques

Turpain (Albert), *Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Poitiers.* — **Leçons élémentaires de Physique** (*à l'usage des candidats au P. C. N.*). *Avec une préface de* M. P. Garbe, *doyen de la Faculté des Sciences de Poitiers.* — 2 *vol. in-8° de* 451 *et* 794 *p. avec fig.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Vuibert et Nony, éditeurs,* 63, *boulevard Saint-Germain, Paris*, 1906.

Comme contenu, cet ouvrage renferme les matières habituelles du cours de Physique du P. C. N. Mais ce qui en fait surtout l'intérêt, c'est l'esprit dans lequel il est rédigé, esprit que l'auteur de la préface, M. Garbe, caractérise en ces termes : « Il ne s'agit plus de soumettre l'esprit des élèves à cette gymnastique spéciale et bien ordonnée qui montre l'enchaînement des sciences et le mutuel appui qu'elles se prêtent. Tout en leur rappelant comment un grand nombre de phénomènes physiques trouvent leur explication dans les principes de la Mécanique, on a laissé généralement de côté l'appareil mathématique et l'on profite de ce qu'on est en présence de la plus délicate et de la plus féconde des sciences expérimentales pour développer chez eux le sens de l'expérimentation et de la critique expérimentale. En même temps qu'ils voient, par des exemples bien choisis, le développement progressif et déjà très avancé de certaines questions, on leur mon-

tre la science qui se fait aujourd'hui. » Voilà plusieurs années que M. Turpain professe suivant ces idées, et le succès que son cours a obtenu à Poitiers démontre que sa méthode est bonne et profitable; son livre permettra à d'autres d'en apprécier la valeur.

Merklen (François), *Directeur technique de la Savonnerie Charles-Roux, à Marseille*, — **Etudes sur la constitution des Savons du commerce.** — 1 *vol. gr. in*-8°, *de* 206 *pages, avec une préface de* M. Haller, *membre de l'Institut. Imprimerie Barlatier. Marseille*, 1907.

Il serait banal de dire que la recherche scientifique est un des plus actifs ferments du progrès industriel, en ce sens qu'elle ramène toutes les opérations de nos manufactures à des principes généraux. Et cependant, lorsqu'elle est effectuée hors de l'usine, ses conséquences d'ordre positif ne sont pas toujours en rapport avec la portée philosophique de ses déductions. C'est que le phénomène étudié, ramené par le savant à ses grandes lignes et examiné isolément, se trouve par là même affranchi de toute complication réelle. Mais, dans la pratique, il y a, outre les phénomènes secondaires, permanents, qui favorisent, contrarient, multiplient ou annulent les effets du phénomène essentiel, des contingences nombreuses qu'il est indispensable d'envisager. Aussi tel fait qui paraît, au point de vue scientifique, simple et lucide, se complique et s'obscurcit plus ou moins dans le domaine des applications. En conséquence, la recherche d'ordre spéculatif ne sera réellement fructueuse qu'à la condition d'être complétée et adaptée aux réalités pratiques. Voilà pourquoi on ne saurait trop applaudir à l'introduction des savants dans les usines. Le présent ouvrage témoigne éloquemment de la haute utilité de leur intervention directe et permanente dans nos manufactures.

L'art du savonnier ne consiste pas seulement à préparer, à l'aide de telle ou telle matière grasse, des sels de soude chimiquement définis, mais bien à transformer ces sels de soude en cette multitude de savons commerciaux de composition et d'aspect si variables.

Si les découvertes de Chevreul ont fait connaître au savonnier la nature des produits qu'il transforme, elles ne l'ont pas complètement renseigné sur la marche des opérations à effectuer. Elles n'ont donc pas produit dans l'industrie de la savonnerie tout le bouleversement qu'elles pouvaient faire présager. D'autre part, les méthodes générales de travail, créées par l'empirisme, n'ont pas été modifiées dans leurs grandes lignes, et les perfectionnements partiels qu'elles ont subis sont dus autant à l'évolution de l'industrie de la soude, à l'emploi de la vapeur et aux observations journalières d'ingénieux praticiens, qu'aux lumières et aux précisions apportées par la méthode scientifique. M. Haller, dans son remarquable *Rapport sur les produits chimiques à l'Exposition de 1900*, s'exprime ainsi à ce sujet : « Les différents stades des procédés de saponification sont toujours observés de la même manière, c'est-à-dire empiriquement; on n'a pas la curiosité de chercher, balance, liqueurs titrées et réactifs indicateurs en main, les réactions chimiques qui se passent dans les diverses étapes du processus qui doit aboutir au produit final cherché. »

Les considérations qui précèdent font ressortir tout l'intérêt du mémoire de M. Merklen, dont le but a été précisément d'élargir le champ des recherches en étudiant d'une façon méthodique le travail de la matière saponifère.

L'auteur ne s'occupe pas des procédés de saponification, mais bien de la transformation des sels de soude des acides gras en savons commerciaux et plus particulièrement en savons liquidés.

La première partie de son intéressant travail envisage la question au point de vue théorique, la seconde au point de vue pratique.

De nombreux essais font ressortir, abstraction faite de toute considération théorique, que la composition des savons liquidés est absolument variable, qu'elle est fonction de la nature des acides gras, de la composition du « gras » et de la température à laquelle on opère.

M. Merklen montre que les sels de soude des acides gras se comportent au cours de la fabrication comme des substances colloïdales, et que les savons du commerce doivent être considérés comme des combinaisons « d'absorption », dont la propriété la plus caractéristique est la variation continue. Alors que la matière cristalloïde ne peut donner lieu qu'à un nombre limité de réactions, ce nombre est indéfini pour la matière colloïde. Celle-ci réagit sur toutes les substances au contact desquelles elle se trouve. Tout influe sur sa composition. C'est ainsi que, dans la fabrication du savon, chacune des substances qui interviennent d'une façon essentielle ou accessoire, normale ou accidentelle, laisse la trace de son contact et exerce son action sur la composition et sur les qualités du produit final.

Le travail de M. Merklen mérite une attention toute particulière au moment où l'industrie de la savonnerie se débat au milieu de difficultés nombreuses, créées par la hausse simultanée et sensible de toutes les matières premières qu'elle met en œuvre. La lecture de cet ouvrage est à recommander, non pas seulement pour le profit qu'on peut attendre de résultats si consciencieusement enregistrés, mais encore pour les nouvelles recherches d'ordre positif qu'elle peut inspirer.

Eugène Charabot,
Docteur ès sciences,
Inspecteur de l'Enseignement technique.

De la Coux (H.), *Ingénieur-chimiste, Inspecteur de l'Enseignement technique.* — **L'Eau dans l'Industrie.** 2e *édition.* — 1 *volume gr. in*-8° *de* 543 *p. avec* 135 *fig.* (*Prix* : 16 *fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

Dans le compte rendu qu'il a donné ici même[1] de la première édition de cet ouvrage, M. Ed. Urbain en prédisait le légitime succès et, pour conséquence, l'apparition future d'une nouvelle édition. Aujourd'hui, cette prédiction se réalise.

Afin de tenir son œuvre au courant des derniers progrès de la technique, M. de la Coux l'a complétée d'une étude spéciale sur les corrosions des générateurs de vapeur industriels et marins, phénomènes qui causent de nos jours des préjudices considérables à l'industrie et à la marine. Ainsi mis au point, le livre de M. de la Coux est assuré de fournir encore une brillante carrière.

3° Sciences naturelles

Guébhard (Adrien) et **Cossman** (M.), **Depéret** (Ch.), **Hitzel** (E.), **Jacob** (Ch.), **Jeancard** (P.), **Kilian** (W.), **Koby** (F.), **Lambert** (J.), **Repelin** (J.), **Savin** (L.-H.). — **Les Préalpes Maritimes. II. Paléontologie. Stratigraphie.** — 1 *vol. in*-8° *de* 932 *pages avec planches. Paris, Soc. géologique de France*; *Nice, Soc. des Lettres, Sciences et Arts des Alpes-Maritimes*, 1906.

A l'occasion de la réunion de la Société géologique de France dans les Alpes-Maritimes, en 1902, M. le Dr A. Guébhard publiait un compte rendu des excursions géologiques qu'il avait dirigées aux environs de Grasse. Un deuxième fascicule, édité par lui en 1906, complète cette première étude. Ce fascicule réunit un certain nombre de Mémoires, dus à divers auteurs, sur la stratigraphie et la paléontologie de cette intéressante région :

W. Kilian et A. Guébhard : Etude paléontologique et stratigraphique du système jurassique dans les Préalpes maritimes. — P. Jeancard : Note sur l'affleurement charbonneux de Vescagne. — M. Cossman : Sur un gisement de fossiles bathoniens près de Courmes (A.-M.). — Id. : Nouvelles

[1] Voir la *Revue* du 30 octobre 1900, p. 1019.

recherches sur les fossiles bathoniens de Courmes (A.-M.) — Lambert et Savin : Note sur un Echinide nouveau du Bathonien de Saint-Cézaire (A.-M.). — F. Koby : Sur les Polypiers jurassiques des environs de Saint-Vallier de Thiey (A.-M.). — W. Kilian : Sur quelques fossiles remarquables de l'Hauterivien de la région d'Escragnolles (A.-M.). — A. Guébhard et Ch. Jacob : Note sur deux gisements à Brachiopodes dans le Barrémien des Alpes-Maritimes. — E. Hitzel : Sur les fossiles de l'étage albien recueillis dans la région d'Escragnolles (A.-M.). — J. Repelin : Contribution à l'étude du Crétacé supérieur à la limite du Var, des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes. — A. Guébhard : Note sur les débuts de l'Eocène aux environs de Vence (A.-M.). — Lambert et Savin : Note sur deux Echinides nouveaux de la Mollasse burdigalienne dite de Vence (A.-M.). — J. Lambert : Etude sur les Echinides de la Mollasse de Vence (A.-M.). — Ch. Depéret et A. Guébhard : Sur l'âge des Labradorites de Biot. — A. Guébhard : Liste récapitulative des Taches éruptives de l'Ouest du Var. — Id. : Relevé des horizons à silex observables dans les Alpes-Maritimes. — Id. : Sur les Brèches et Poudingues observables entre Siagne et Var.

Nous ne pouvons songer à résumer ces divers travaux qui, à des points de vue divers, constituent tous une mine de renseignements précieux. La première étude mérite cependant une mention toute spéciale ; car les matériaux recueillis par M. Guébhard dans tous les étages jurassiques sont nombreux. Déterminés par M. Kilian, ils ont permis de formuler une classification précise des diverses formations, et d'en établir le parallélisme avec les régions classiques. De plus, les conclusions de nos savants confrères doivent fixer l'attention et constituent un progrès sérieux dans nos connaissances géologiques sur cette partie des Alpes.

La composition du Jurassique, disent les auteurs, « donne l'impression que les Préalpes maritimes correspondent au bord méridional d'un géosynclinal, et semblent indiquer — comme M. Kilian l'a fait remarquer dès 1888 — le voisinage d'un littoral ou, tout au moins, d'un haut fond dans la direction du Sud-Ouest ». En outre, il est remarquable de constater, pour la partie terminale du Jurassique, une reproduction frappante des conditions de faciès observées dans le Jura franconien. Au point de vue paléontologique, le trait le plus caractéristique des faunes étudiées est l'association d'espèces de l'Europe centrale avec des types méditerranéens.

Les récoltes de M. Guébhard ne se sont pas limitées au système jurassique ; il a également réuni de belles séries de fossiles crétacés. M. Kilian a décrit quelques Ammonites de l'Hauterivien d'Escragnolles, et M. Ch. Jacob quelques Brachiopodes de la région de Vence et de Gourdon. Ce dernier auteur a pu constater que ce Barrémien montre, par sa faune, un caractère plus nettement néritique que l'étage des environs d'Escragnolles. M. le capitaine Hitzel a décrit quelques espèces provenant de l'Albien des environs d'Escragnolles et de Nice. M. Repelin s'est occupé de fossiles du Crétacé supérieur recueillis par M. Guébhard dans des localités situées à la limite du Var, des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes.

Dans le Tertiaire, MM. Lambert et Savin ont décrit des Echinides provenant de la Mollasse de Vence, appartenant à l'étage burdigalien. Les Clypéastres s'y développent avec une richesse et une variété de formes absolument remarquables. Un de ces fossiles le *Clypeaster laganoides* Agassiz) a été radiographié par M. Pierre Goby, ce qui a permis de distinguer les caractères internes. Ceux-ci, chez les Oursins, sont variés et complexes ; ils l'emportent en valeur sur ceux de la surface, au point de vue de la détermination des espèces. On comprend donc l'intérêt de cette découverte, et que, dans certain cas, la radiographie pourra rendre de sérieux services aux paléontologistes.

Un problème stratigraphique important a pu être résolu, grâce aux recherches de M. Guébhard et aux déterminations de M. Depéret : c'est celui de l'âge des Labradorites de Biot. La date peut en être fixée à la fin du Miocène supérieur, ou tout au moins au début du Pliocène. Elles sont ainsi contemporaines des premières éruptions du Plateau Central français, et du plissement définitif de la chaîne alpine.

Ce rapide examen du recueil publié par M. A. Guébhard suffit pour en montrer le puissant intérêt.

Editée avec luxe, — chaque monographie ayant une couverture spéciale, — accompagnée de 28 planches et d'un grand nombre de figures, cette publication fait le plus grand honneur au savant physicien (M. Guébhard est agrégé de physique des Facultés de Médecine), qui sait faire un si noble usage de ses loisirs et de sa fortune. Il serait à souhaiter qu'il trouvât beaucoup d'imitateurs.

J. Révil,
Président de la Société d'Histoire naturelle de Savoie.

Metchnikoff (Dr Elie), *Sous-Directeur de l'Institut Pasteur.* — **Essais optimistes.** — 1 *vol. in-8° de* 438 *pages avec* 27 *fig. Maloine, éditeur. Paris*, 1907.

L'œuvre biologique de M. Metchnikoff est aujourd'hui universellement connue. Depuis quelque temps, nous assistons à une nouvelle évolution de son génie : tout en restant biologiste expérimentateur, M. Metchnikoff s'est révélé biologiste philosophe et observateur profond de la nature humaine. Ce qui caractérise essentiellement les conceptions philosophiques de l'auteur, c'est que, toutes profondes qu'elles soient, elles apparaissent simples et claires et s'imposent dès l'abord à l'esprit comme sortant des entrailles mêmes des faits observés, et l'on se demande avec étonnement comment des idées aussi vraies ont pu échapper à la totalité des gens pensants, tant on se les assimile facilement.

Les lecteurs des « Essais » précédents[1] se rappellent qu'en décrivant certaines désharmonies de la nature humaine, le biologiste insiste surtout sur celle qui est la plus criante de toutes et qui est la vieillesse telle qu'on la connaît aujourd'hui, cette veillesse précoce et pathologique qui coupe court à la vie, alors que l'homme n'a pas terminé son cycle normal et qu'il est loin encore d'éprouver cet instinct de la mort qui doit être le couronnement de la vieillesse physiologique. C'est à « l'orthobiose », c'est-à-dire à une lutte incessamment dirigée contre les éventualités de morbidité, que, d'après M. Metchnikoff, il appartient de réparer cette désharmonie qui fausse l'évolution normale de la vie ; c'est à elle qu'incombe le devoir d'étudier le mal, c'est-à-dire le mécanisme de la vieillesse, et d'en apporter le remède. Quand l'homme, fort des résultats de cette étude, aura compris les causes de son mal, il pourra tâcher de modifier sa propre nature, tout comme il modifie, avec succès d'ailleurs, la nature des animaux et des végétaux.

Les études sur la veillesse, commencées dans le livre paru en 1903, sont poursuivies et plus approfondies dans ce nouveau livre. Ce dernier est composé de neuf chapitres dont voici le sommaire : I. Etudes sur la vieillesse. II. La longévité dans la série animale. III. Etude sur la mort naturelle. IV. Faut-il tenter de prolonger la vie humaine? V. Les rudiments psychiques de l'homme. VI. Quelques points d'histoire des sociétés animales. VII. Pessimisme et optimisme. VIII. Gœthe et Faust. IX. Science et morale.

Chacun de ces neuf chapitres est une fourmilière de faits et d'idées ; ils nous découvrent des aperçus nouveaux là où l'on s'y attend le moins, à propos de faits dont la banalité n'arrête plus l'attention de personne. Devant l'impossibilité de résumer le livre entier, nous nous contenterons de dire ce que l'auteur pense de l'optimisme, ce terme constituant le titre même de son livre.

De tout temps, les hommes les plus cultivés professaient des idées pessimistes en ce qui concerne la vie humaine ; ils ne se lassaient pas de dire que l'existence n'est tissée que de malheurs. Or, en recherchant l'origine de ce pessimisme, on ne tarde pas à découvrir

[1] Etudes sur la nature humaine. *Essai de philosophie optimiste.* Troisième édition, 1904.

qu'il réside surtout dans la brièveté de la vie, et, chose remarquable, ce pessimisme, d'après l'auteur, ne s'observerait que chez les hommes jeunes. Au fur et à mesure que l'on avance en âge, on constaterait que les pessimistes d'autrefois manifestent un revirement de plus en plus marqué vers l'optimisme. Les exemples de ce changement de vues sont légion. A quoi donc est-il dû?

Il est dû, répond M. Metchnikoff, au développement d'un nouveau sens, inconnu ou à peu près inconnu de la jeunesse; ce nouveau sens est celui de la vie, que l'on n'acquiert qu'après avoir beaucoup vécu. C'est l'évolution de cet instinct de la vie qui constitue la base de la conception optimiste.

Il en est de ce sens comme de tous les autres, l'ouïe, l'odorat, le goût, lesquels sont susceptibles d'être perfectionnés. Personne n'ignore combien le sens de la perception des couleurs se développe chez les artistes, ou combien surprenant est le sens des obstacles chez les aveugles-nés. Pourquoi ne s'attacherait-on pas à développer chez l'homme le sens de la vie, lequel ne doit pas être moins perfectible que les autres sens?

Combien de personnes y a-t-il chez lesquelles ce sens est développé d'une façon imparfaite ou chez lesquelles il ne se manifeste que très tardivement! Venons donc en aide à la nature, développons donc ce sens de bonne heure; adressons-nous surtout à la jeunesse, si portée au pessimisme, en lui expliquant que cet état psychique est transitoire et que, en vertu des lois de la nature humaine, il doit faire place, avec l'âge, à une conception diamétralement opposée, à une conception optimiste de la vie!

Telle est la théorie; il s'agit maintenant de la démontrer. A cet effet, l'auteur étudie des biographies d'hommes célèbres, et c'est là qu'il puise la preuve de sa théorie.

Il a l'heureuse idée de s'arrêter de préférence sur Gœthe, dont l'existence remarquablement active est connue dans ses moindres détails. Il nous représente Gœthe à différents stades de sa vie et nous montre comment lui, jeune pessimiste, hanté des idées de suicide, est devenu sur le tard optimiste convaincu. Certes, au cours de cette métamorphose, Gœthe n'était pas sans avoir des retours à des idées pessimistes; mais ce furent des accès de courte durée, et, à partir de l'âge de quarante ans, il entra résolument dans la phase optimiste. Cet homme de génie, qui nous offre l'exemple d'une des vies les plus complètes et les plus harmonieuses qui se puissent imaginer, se sent heureux de vivre; après une carrière d'activité aussi intense que variée, il atteint une vieillesse sereine, sans que pour cela son activité se soit démentie jusqu'à la mort, survenue à quatre-vingt-trois ans.

Ces deux états si opposés, M. Metchnikoff les retrouve dans les deux parties de *Faust*, qu'il est d'usage de considérer comme deux œuvres complètement distinctes et que M. Metchnikoff, au contraire, considère comme se complétant l'une l'autre : « Dans la première partie », dit-il, « nous voyons le jeune pessimiste, plein d'ardeur et d'exigences, prêt à mettre fin à ses jours et ne s'arrêtant devant rien pour apaiser sa soif d'amour ». « Dans la seconde partie, c'est un homme mûr et vieux qui continue à aimer les femmes, quoique d'une façon différente; un homme assagi et optimiste qui, après avoir satisfait les aspirations de sa vie individuelle, consacre le reste de ses jours au bien de l'humanité et qui, ayant atteint un siècle d'existence, meurt avec un sentiment de béatitude suprême, on dirait presque en manifestant l'instinct de la mort naturelle. »

Est-ce donc autre chose que la quintessence de la philosophie de M. Metchnikoff, incarnée dans la personne de Faust?

Au cours de la dissection à laquelle il se livre sur l'âme de Gœthe, l'auteur nous fait remarquer que l'amour fut le plus grand stimulant du génie de Gœthe, et, si Gœthe a conservé jusqu'à la période ultime de sa vie la vigueur si étonnante de son génie poétique, c'est parce qu'il n'a jamais cessé d'aimer. Jusqu'à la fin de ses jours, Gœthe, qui fut toute sa vie un grand amoureux, « éprouvait le besoin d'être entouré de jolies femmes... La sœur de sa bru raconte qu'il aimait beaucoup que de jeunes femmes restassent dans son cabinet pendant qu'il travaillait; elles ne devaient exécuter aucun ouvrage manuel et devaient se tenir muettes ».

Le cas de Gœthe n'est pas exceptionnel; l'auteur nous entretient du rôle que joue l'amour dans toute production artistique : « Le génie artistique », dit-il, « et peut-être le génie, en général, sont très intimement liés à la fonction sexuelle ». Et à l'appui de cette formule osée, il cite Victor Hugo, Ibsen et même Schopenhauer, cet ennemi irréductible des femmes, chez lequel aussi « la création intellectuelle a été liée à l'excitation érotique ».

Dans le dernier chapitre, consacré à la Morale et à la Science, M. Metchnikoff passe en revue les différentes doctrines que l'on a formulées sur la morale. La place nous manque pour entrer dans les détails. Disons seulement qu'à la morale religieuse avec l'outre-tombe en perspective, ainsi qu'à la morale sentimentale des philosophies laïques, il oppose la morale basée sur la foi robuste dans la science; la science, qui a déjà fait preuve de ce qu'elle peut, est seule de taille, selon lui, à triompher de toutes les misères et de toutes les désharmonies de la nature humaine. M. Metchnikoff n'admet « ni l'idéal kantien des gens vertueux, faisant la bonté par pur devoir, ni celui de Spencer, des hommes qui éprouvent le besoin instinctif d'aider leurs semblables »; son idéal à lui est « celui des hommes qui pourront se suffire à eux-mêmes et qui ne permettront pas qu'on leur fasse du bien ».

4° Sciences médicales

Martinet (Dr Alfred), *ancien interne des Hôpitaux de Paris.* — **Les Aliments usuels : composition; préparation; indications dans les régimes.** — 1 *vol. de* 328 *pages.* (*Prix* : 4 *francs.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1907.

Nous appartenons à une époque où une foule de questions, jusque-là abandonnées à la routine et à l'empirisme, tombent dans le domaine de la science. L'alimentation est une des plus passionnantes parmi ces questions.

C'est là ce qui fait l'opportunité et l'intérêt du petit livre dans lequel M. Martinet a passé en revue, d'abord au point de vue biologique, les aliments usuels, minéraux et organiques, et leur rôle dans la nutrition; puis, au point de vue culinaire, les aliments d'origine animale et végétale, solides et liquides, leur préparation culinaire, leur introduction dans les régimes de l'homme sain et du malade.

Un tel programme a fait toucher l'auteur à bien des questions dont la solution n'est pas encore définitive. Les documents chimiques, physiologiques et pathologiques sur lesquels on peut s'appuyer sont de valeur très inégale, et il est bien difficile, quand on n'a pas eu la possibilité de reprendre soi-même, au point de vue expérimental, ces diverses questions, de donner un avis qui fasse autorité. Aussi, bien des opinions de l'auteur, sur l'évolution des phosphates dans l'organisme et les phosphaturies, sur l'évolution des albuminoïdes et la formation des sulfo-éthers et de l'acide urique, sur le régime des diabétiques, sur l'alimentation du soldat japonais, etc., nous paraissent-elles criticables.

Il n'en reste pas moins vrai que le livre de M. Martinet, fournissant des indications générales sur une série de questions qui sont à l'ordre du jour, est d'une lecture fort utile et rendra de réels services.

Dr M. Labbé,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 Avril 1907.

M. H. **Douvillé** est élu membre de l'Académie dans la Section de Minéralogie. — La Section de Chimie présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante par le décès de M. Moissan : 1° M. H. **Le Chatelier**; 2° MM. **A. Etard**, **E. Jungfleisch** et **A. Lebel**; 3° MM. **A. Béhal**, **L. Bouveault**, **A. Colson**, **M. Hanriot** et **Ch. Moureu**.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Humbert**, par l'emploi des fonctions elliptiques, démontre et étend quelques propositions relatives aux représentations d'un entier par une somme de dix ou douze carrés. — M. **Ch. Goldziher** présente ses recherches sur la nature analytique des solutions de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre. — M. **Z. Krygowski** étudie le développement des fonctions hyperelliptiques en séries trigonométriques. — M. **E. Barré** poursuit ses recherches sur les surfaces engendrées par une hélice circulaire. — M. **M. d'Ocagne** étudie la représentation de l'équation d'ordre nomographique 3 la plus générale par un nomogramme conique. — M. **Jacob** présente un intégromètre à lame coupante qui permet de réaliser l'intégration numérique d'un certain nombre d'équations linéaires. — M. **G. Lippmann** décrit un collimateur vertical ayant pour objet de rendre le zénith visible dans le champ d'une lunette visuelle ou photographique sous la forme d'un point lumineux. — M. **G. Le Cadet** présente ses observations de l'éclipse de Soleil du 14 janvier 1907 faites à l'Observatoire de Phu-Lien (Tonkin). La température de l'air s'est abaissée de 2°,5, ce qui a amené une perturbation de l'oscillation barométrique diurne. — M. **Em. Belot** montre que sa loi de distribution des satellites s'applique aux systèmes de Jupiter et de Saturne. — M. **B. Brunhes** a constaté qu'un courant horizontal exerce, sur un tourbillon vertical *sinistrorsum* mobile, une force horizontale perpendiculaire au courant et dirigée vers sa gauche; la force est dirigée vers la droite du courant si le tourbillon est *dextrorsum*.

2° Sciences physiques. — M. **H. Pellat** détermine la charge e portée par un ion électrolytique monovalent en ne faisant intervenir que des données relatives à l'électrolyse; elle est égale à $1,1 \times 10^{-20}$. On en déduit pour la valeur du rayon de cet ion $7,8 \times 10^{-9}$ cm. — M. **F. Beaulard** a reconnu que la constante diélectrique de la glace est de l'ordre de grandeur du carré de l'indice optique ($n^2 = 1,71$). Le pouvoir inducteur spécifique de l'eau au voisinage de 0° paraît être de 3,072. — M. **H. Abraham** a constaté qu'en dehors des cas de résonance le meilleur téléphone ne transmet pas à l'oreille la millième partie de l'énergie qu'il reçoit de la ligne. — MM. **A. Quidor** et **A. Nachet** présentent un nouveau microscope, suffisant pour toutes les recherches de laboratoire, et qui permet, en outre, de prendre des microphotographies stéréoscopiques de toutes les préparations. — MM. **O. Boudouard** et **H. Le Chatelier** rappellent qu'ils ont déterminé, antérieurement à M. J. Meunier, la limite inférieure d'inflammabilité des mélanges d'éther et d'air et fixé celle-ci à 60 mgr. d'éther par litre. — MM. **E. Briner** et **E. Cardoso** ont déterminé les compressibilités et les tensions de vapeur des mélanges d'oxyde de méthyle et d'acide sulfureux; ils ont reconnu la formation d'une combinaison $(CH^3)^2O.SO^2$. — M. **Morel Kahn** a reconnu que la réduction de la baryte et de la strontiane par le charbon peut être réalisée à une température voisine de celle de la fusion du platine, avec formation des carbures correspondants. — M. **Binet du Jassonneix** a observé que le cuivre dissout, à haute température, environ 1,6 °/₀ de Cr, qui se sépare, pendant le refroidissement, sous forme d'une mousse formée de filaments et de cristallites, dans un état de très grande division, que l'on peut isoler par dissolution du cuivre dans l'acide azotique. — M. **Em. Vigouroux** a constaté qu'en présence du Pb, du Bi ou de Sb, le silicium en excès réagit sur le cuivre seul pour donner naissance à un siliciure de cuivre Cu^4Si, qui surnage en majeure partie soit le plomb, soit le bismuth, et paraît uniformément réparti au sein de l'antimoine. — M. **E. Rengade** a reconnu, dans l'oxydation directe du rubidium, la formation d'un oxyde noir Rb^2O^3, intermédiaire entre le bioxyde et le peroxyde. On l'obtient régulièrement en dissociant le peroxyde Rb^2O^4 aux environs de 550° dans le vide. — M. **A. Wahl**, en faisant réagir le chlorhydrate d'hydroxylamine sur le dioxytartrate de sodium, a obtenu un nouvel acide dioximidosuccinique, F. 168-170°. L'action de HCl sec sur le dioximidosuccinate d'éthyle et l'évaporation dans le vide en présence de KOH fournissent un dioximidosuccinate isomère. — M. **P. Sabatier**, en faisant passer des vapeurs d'alcool allylique et un excès d'H sur du nickel réduit à 130-170°, a obtenu de l'alcool propylique; l'oxyde d'allyle, dans les mêmes conditions, donne l'oxyde de propyle. — MM. **Tiffeneau** et **Daufresne** ont observé que les dibromures des éthers phénoliques allyliques, par chauffage avec de l'acétate de K, fournissent des acétobromhydrines; celles-ci ont la propriété de se transformer en cyclopropanols par chauffage avec KOH alcoolique. — MM. **A. Trillat** et **Sauton** montrent que l'amertume du lait (et, par suite, celle des fromages) pourra se produire chaque fois qu'il aura été contaminé par un germe capable de produire des aldéhydes et de l'ammoniaque ou par plusieurs espèces microbiennes fournissant, les unes des aldéhydes, les autres de l'ammoniaque. — M. **P. Fauvel** a reconnu que le salicylate de soude n'augmente pas la production de l'acide urique et des xantho-uriques dans l'organisme, mais qu'il en modifie seulement l'excrétion; à dose suffisante, il accélère cette dernière.

3° Sciences naturelles. — MM. **G. Marinesco** et **J. Minea** ont observé, dans plusieurs cas de tabes, de compression de la moelle et même à l'état normal, la présence de petits ganglions sympathiques situés au-dessous des ganglions spinaux. — MM. **P. Carnot** et **A. Lelièvre** ont reconnu que le rein embryonnaire contient des substances néphropoïétiques tout particulièrement actives, qui semblent agir également chez l'homme dans certains cas d'altérations rénales. — M. **A. Favraud** signale la découverte d'une mâchoire humaine, à menton droit, dans une brèche quaternaire à industrie paléolithique, au Petit-Puymoyen (Charente). — M. **J. Brunhes** montre que le mécanisme de l'érosion glaciaire, tout en produisant des effets morphologiques spéciaux, se trouve, d'une manière logique et étroite, rattaché au mécanisme de l'érosion par les eaux courantes. — M. **J. Thoulet** explique le phénomène de la progression des sables le long des rivages maritimes par l'action des vagues, qui produit un léger déplacement vers l'Est des matériaux qu'elles entraînent, et par celle des courants.

Séance du 6 Mai 1907.

M. H. **Le Chatelier** est élu Membre de l'Académie, dans la Section de Chimie. — Une Commission spéciale présente la liste suivante de candidats à la place d'Aca-

démicien libre laissée vaccante par le décès de M. A. Laussedat : 1° M. J. **Carpentier** ; 2° MM. V. **Cornil** et L. **Teisserenc de Bort.**

1° Sciences mathématiques. — M. **B. Gambier** poursuit la détermination des équations différentielles du second ordre et du premier degré dont l'intégrale générale est à points critiques fixes. — M. **Ch. Michel** déduit de ses recherches sur les congruences de droites le théorème suivant : Pour qu'une surface réglée soit un hélicoïde, il faut et il suffit que : 1° les droites de la surface fassent un même angle avec une direction fixe ; 2° les génératrices rectilignes de la développable isotrope circonscrite à la surface fassent partie d'un complexe linéaire dont l'axe soit parallèle à cette direction. — M. **V. Crémieu** présente un dispositif auto-amortisseur du roulis des navires ; il consiste dans une lame pendulaire, placée dans le plan longitudinal du navire et qui oscille dans un liquide très visqueux. La force vive oscillatoire du navire se trouve automatiquement dissipée sous forme de chaleur. — M. **H. Deslandres** décrit des dispositifs pour l'étude continue de la répartition des éclats sur la surface du Soleil ; cette étude décèle l'existence de variations du rayonnement solaire ou, tout au moins, l'existence de perturbations importantes. — MM. **Cirera** et **Balcelli** ont observé, à Tortosa, des perturbations magnétiques et électriques considérables de janvier à mars de cette année, qui ont coïncidé ou avec l'apparition d'une grande région d'activité dans le bord E. du Soleil, ou avec le passage par le méridien central d'une région active, ou avec un surcroît extraordinaire d'activité dans une zone voisine du méridien central.

2° Sciences physiques. — M. **H. Pellat** arrive à la conclusion que l'atome plurivalent est composé d'atomes sphériques juxtaposés, tous de même rayon, et séparés, tout au moins dans le mercure, par une distance inférieure au diamètre de ces atomes. — M. **T. Argyropoulos** a réalisé un condensateur parlant en le reliant à un microphone et en le portant, par une source séparée, à un potentiel de 220 volts. — M. **L. Torres** rappelle que l'appareil de télémécanique sans fil proposé par M. Gabet repose sur des principes identiques à ceux qui ont été employés dans son télékine. — M. **G. D. Hinrichs** montre que les déterminations de M. Baxter confirment exactement la valeur 80 pour le poids atomique absolu du brome. La valeur inférieure que donne l'auteur provient des chiffres erronés de Ag et Cl qu'il emploie dans ses calculs. — M. **Ph.-A. Guye** a constaté que la valeur R (volume d'une mol. gr. de gaz parfait à 0° et sous 1 atm.) n'est pas tout à fait constante ; elle croît avec la température critique du gaz. Cette variation est régulière et peut être représentée par la formule : $R' = 22,410(1 + 10^{-8} T^2_c)$. — MM. **E. Jungfleisch** et **M. Godchot**, en faisant réagir l'α-bromopropionate d'éthyle sur le lactate d'éthyle sodé, ont obtenu le dilactylate d'éthyle, d'où l'on retire l'acide dilactylique ($d + l$), F. 106°, identique à celui que fournit l'action de la chaleur sur le lactate de Ca. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe**, en hydrogénant les carbylamines forméniques sur le nickel réduit au-dessous de 180°, ont obtenu : 1° des produits goudronneux de polymérisation ; 2° des nitriles isomères RCAz, qui fournissent ensuite des amines et AzH^3 ; 3° principalement des produits d'hydrogénation normaux $R(CH^2)AzH$. — MM. **A. Haller** et **A. Guyot** ont observé que les amines aromatiques tertiaires, et même certaines amines secondaires telles que la diphénylamine, sont susceptibles de se condenser avec un grand nombre de molécules organiques en présence de $AlCl^3$. Ainsi la diméthylaniline se condense avec l'indigotine, le benzile, la benzophénone, l'isatine, etc. — M. **H. Leroux**, par oxydation chromique du décahydronaphtol-α, a obtenu la décahydronaphtylcétone-α, F. 32°, dont l'oxime, F. 165°, fournit la décahydronaphtylamine-α, Eb. 96°-97° sous 14 millimètres. — M. **G. Warcollier** a constaté que la sucrase de la pomme n'existe plus dans le moût de pommes ; cependant, les moûts riches en saccharose fermentent aussi rapidement que les moûts pauvres ; cette disparition du saccharose est due à la sucrase de la levure.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Kronecker** démontre que c'est l'anémie aiguë des parois du cœur qui fait cesser les pulsations franches et apparaître le phénomène de la trémulation fibrillaire. En outre, les deux ventricules ne sont pas inséparables dans leur fonctionnement, mais sont liés par des centres nerveux coordonnés qui peuvent être paralysés par des anémies partielles. — MM. **C. J. Salomonsen** et **G. Dreyer** ont reconnu que des hématies exposées pendant quelque temps aux rayons Becquerel se décomposent de telle façon que, par unité de temps, le nombre d'hématies hémolysées pour 100 reste invariable. — M. **M. Dehon** a constaté que l'alimentation lactée possède, contrairement aux idées reçues, un pouvoir labogénique inférieur à celui d'aliments tels que la viande et le pain. — M. **J. Tur** montre que les blastodermes anidiens zonaux représentent les parties périphériques de germes issus d'une fécondation normale, mais dont la partie centrale a subi une destruction plus ou moins complète. Il s'agit ici d'un phénomène pathologique et non tératologique. — MM. **C. Nicolle** et **Cuénod** sont parvenus à inoculer au singe (*Macacus sinicus*) le virus de la conjonctivite granuleuse de l'homme. La structure des granulations qui se sont développées montre une identité absolue avec celle du trachôme spontané de l'homme. — M. **E.-L. Bouvier** a reconnu que l'*Hemipenæopsis villosus* est l'état jeune de la *Funchalia Woodwardi*, tandis que la *Grimaldiella Richardi* en est le stade larvaire ultime. — MM. **L. Léger** et **O. Duboscq** ont étudié l'évolution nucléaire du schizonte de l'*Aggregata Eberthi*. — MM. **J. Dumont** et **Ch. Dupont** ont constaté que la culture répétée des Légumineuses fourragères sur un même sol ne constitue pas un problème matériellement insoluble, puisqu'il est possible, par l'apport d'engrais humiques et l'addition de terre vierge (terreautages), d'accroître d'une façon notable le rendement de ces différentes plantes. — M. **R. Viguier** a reconnu que le genre *Sezanella* est une Sterculiacée. Il constitue un intermédiaire entre les espèces de Lasiopétalées à ovaire sessile et les Hélictérées dont l'ovaire et les étamines sont portés sur un axe commun allongé. — M. **J. Bergeron** montre que la serpentine de la série cristallophyllienne de l'Aveyron et du Gard est due à l'action du granite sur le calcaire dolomitique.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Avril 1907.

M. **Fournier** présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **Brunswic-le-Bihan** concernant la blennorragie rectale et ses complications. Cette affection est très fréquente dans la population musulmane de Tunisie ; elle a pour complications la périrectite aiguë, la périrectite chronique et le rétrécissement blennorragique du rectum. — MM. **F. Widal** et **A. Philibert** ont observé, en pleine épidémie de grippe, un jeune homme qui fut pris brusquement de céphalée atroce, avec fièvre et signe de Kernig. La ponction lombaire ramène le sixième jour un liquide louche et puriforme, contenant des polynucléaires normaux, et aseptique. La céphalée céda immédiatement à la ponction. Trois jours après, le liquide de ponction était redevenu clair, avec formule lymphocytique. — M. **R. Blanchard** signale l'existence d'une spirochétose humaine en Colombie ; elle est transmise par la piqûre des *Argasinae* du genre *Ornithodorus*. Les habitants du pays sont plus ou moins réfractaires à l'infection, apparemment par suite d'inoculations antérieures ayant créé l'immunité ; ce sont surtout les voyageurs et les émigrants qui en sont victimes. La prophylaxie consiste dans la désinfection des locaux d'habitation, des nattes, des toiles de tentes, etc. — M. **N. Gréhant** communique l'analyse d'échantillons d'air pris dans diverses mines de houille.

Séance du 7 Mai 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **P. Poirier**, membre de l'Académie.

M. **A. Netter** présente le Rapport de la Commission chargée d'étudier les *accidents consécutifs à l'ingestion des huîtres*. En voici les conclusions : De nombreux et regrettables exemples ont justifié depuis 1896 l'avis de l'Académie au sujet de l'apparition possible d'accidents gastro-intestinaux et même de fièvres typhoïdes à la suite de la consommation d'huîtres ayant séjourné dans une eau polluée. Le seul moyen d'empêcher ces accidents est de ne livrer aux consommateurs que des huîtres protégées contre toute souillure. L'Académie émet le vœu qu'une enquête à la fois topographique, chimique et bactériologique soit instituée par les autorités maritimes. A cette enquête seront soumis les parcs ostréicoles, d'élevage, d'étalage, d'engraissement et d'expédition, ainsi que les bancs naturels d'huîtres. On ne devra conserver que les parcs dont cette enquête aura établi la salubrité, ou dans lesquels les mesures nécessaires réclamées au cours de cette enquête auront été réalisées. Il sera également nécessaire de surveiller le transport et la vente des huîtres et de s'assurer qu'aucune contamination n'est alors possible. Enfin, on ne tolérera l'entrée des huîtres étrangères que lorsqu'elles proviendront de parcs soumis à une surveillance analogue et seront munies de certificats d'origine. — MM. **R. Blanchard** et **H. Papillon** signalent la présence d'un *Dipylidium caninum* chez un enfant de dix mois, nourri au sein et au biberon. Il faut admettre que les puces vivant sur les chiens et les chats sont la cause ordinaire de la contamination. — M. **L. G. Richelot** décrit un cas d'appendicite dans lequel l'os coxal fut traversé par le pus de la fosse iliaque. Il pense que les lésions appendiculaires étaient autrefois aussi fréquentes qu'aujourd'hui, mais non reconnues comme telles ou désignées sous d'autres noms. — MM. **V. Cornil** et **P. Coudray** montrent, par l'étude des ostéomes expérimentaux et des myostéomes extirpés chez l'homme, que, dans le muscle, le tissu osseux de l'ostéome naît aux dépens du tissu conjonctif et non de la fibre musculaire plus ou moins transformée.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Avril 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **Ch. Féré**, membre de la Société.

MM. **H. Labbé** et **G. Vitry** ont reconnu que les sulfo-éthers urinaires persistent dans le jeûne jusqu'à la mort; ils suivent les variations de l'azote urinaire et sont en rapport avec la destruction de l'albumine. — M. **L. Lapicque** a constaté que la durée utile des décharges de condensateurs, dans les expériences d'excitation, varie avec la capacité employée. La quantité d'électricité dépensée par une décharge de condensateurs coupée au bout de la durée utile est moindre que la quantité nécessaire pour une onde rectangulaire durant le même temps. — MM. **P. Verdun** et **F. Bruyant** signalent l'existence de la douve du chat (*Ospithorchis felineus*) au Tonkin et son association, chez l'homme, avec la douve de Chine (*Clonorchis sinensis*). — M. **E. Feuillié** explique par la rénovation leucocytaire la cessation de l'albuminurie au cours de l'intoxication mercurielle continue. — M. **M. Jungano** a isolé, dans un cas de cystite et dans un cas d'infiltration gangreneuse du périnée, un staphylocoque anaérobie, différent du *Micrococcus fetidus* de Veillon. — MM. **Léopold-Lévi** et **H. de Rothschild** admettent que le corps thyroïde possède une fonction régulatrice de l'équilibre calcique de l'organisme, ce qui expliquerait son influence sur le système nerveux et sur la constipation. — M. **J. Sabrazès** considère l'afflux d'hématies à granulations basophiles comme un phénomène de régénération pathologique. — M. **Aug. Pettit** montre que le rein de l'éléphant est un organe plurilobé, intermédiaire aux formes conglobées et plurirénculées les plus typiques, caractérisé par le développement d'un système contractile cloisonnant. — M. **P. Thaon** a constaté que, de toutes les glandes à sécrétion interne, l'hypophyse est celle où l'évacuation directe du produit sécrété dans le capillaire sanguin est le plus nettement apparente. — MM. **Ch. Dubois** et **F. Castelain** ont reconnu que la section simultanée du sympathique et du moteur oculaire commun est la condition nécessaire et suffisante pour abolir la dilatation réflexe de la pupille et que le trijumeau ne joue aucun rôle dans la transmission de ce réflexe. — M. **R. Dubois** montre que la purpurase agit sur la purpurine cristallisée extraite du *Murex brandaris* pour la transformer à la lumière en pourpre ; celui-ci colore la laine d'une façon indélébile. — M. **L. Marchand** distingue la « folie maladie », concordant avec des lésions cérébrales guérissables quelquefois, de la « folie infirmité », caractérisée par un développement vicieux du cerveau — M. **P. Remlinger** a constaté que l'immunisation contre la rage est facile à réaliser par voie rectale, très difficile, sinon impossible, à obtenir par voie buccale. — MM. **L. Bierry** et **G. Schaefer** ont préparé la lactase et l'émulsine animales à l'état relativement pur par dialyse et filtration sur sac de collodion de macérations intestinales. — MM. **C. Levaditi** et **Inmann** montrent que l'opsonine normale est identique au complément; or, comme ce complément ne circule pas librement dans le plasma, il est à supposer que ses propriétés opsonisantes ne jouent pas un rôle actif dans le processus défensif de l'immunité naturelle. — MM. **J. P. Langlois** et **P. Garrelon** ont reconnu que la polypnée thermique centrale ne peut se maintenir à son chiffre initial quand la capacité respiratoire du sang est réduite à 60 °/₀, la pression restant constante. Si la pression baisse graduellement, la polypnée diminue dans une proportion de même ordre. — M. **P. Fauvel** a constaté que les œufs n'ont aucune action sur l'excrétion de l'acide urique et des xanthouriques. — M. **A. Desgrez** et Mlle **B. Guende** montrent que l'ingestion quotidienne prolongée d'un acide minéral, à petites doses non toxiques, augmente chez le cobaye la proportion du soufre peroxydé. — MM. **J. L. Breton** et **P. Marie** ont observé une influence toxique des vapeurs de zinc, et de plomb surtout, sur l'incubation des œufs de poule. — Mme **de Ludre** et M. **P. Marie** ont constaté également que les vapeurs métalliques, en particulier celles de plomb, ont une action suspensive sur les cultures microbiennes aérobies. — M. **O. Gengou** a reconnu que le citrate de soude exerce une action empêchante sur l'hémolyse des globules par le sérum d'anguille. — MM. **A. Mayer** et **F. Rathery** ont observé que l'augmentation de l'excrétion du chlorure de sodium et du sucre amène l'apparition de vacuoles nombreuses dans le protoplasma des tubes contournés du rat; l'injection de pilocarpine et de théobromine amène aussi l'apparition de vacuoles un peu différentes. — MM. **Guillemard** et **R. Moog** décrivent un dispositif pour l'étude de l'exhalaison de la vapeur d'eau.

Séance du 4 Mai 1907.

M. **A. Gautié** a déterminé la teneur en bactéries de quelques huîtres de Cette et de Marennes; la présence du *B. Coli* paraît être la règle chez les premières (26 fois sur 30) et l'exception chez les secondes (5 fois sur 30). — MM. **Léon Bernard** et **Laederich** ont réalisé, par diverses actions locales sur le rein, des néphrites de types variés, qui, tout en se différenciant de celles de l'homme, peuvent être utilisées pour les recherches expérimentales. — M. **H. Iscovesco** a constaté que l'ovalbumine coagulée prend une charge négative en présence de l'eau distillée et une charge positive en présence du suc gastrique ou de l'eau acidulée. Le courant électrique fait pénétrer la pepsine dans l'ovalbumine du côté positif. — M. **H. Piéron** a observé l'existence, dans la salive du *Lasius niger*, d'une

diastase provoquant l'inversion du saccharose, l'invertine. — MM. **A. Mayer** et **E. F. Terroine** ont reproduit artificiellement des jécorines : ce sont les produits de la précipitation simultanée du glucose et des lécithalbumines. — MM. **A. Mayer** et **F. Rathery** ont étudié les modifications histologiques du rein normal au cours des diurèses provoquées chez le rat; on note l'apparition de vacuoles et la disparition des stries rouges du rein normal. — M. **M. d'Halluin** montre que les tractions rythmées de la langue peuvent exercer une action inhibitoire sur le cœur et la respiration, surtout dans certains cas d'intoxication par le chloral, le chloroforme ou la morphine. — M. **A. Ronchèse** décrit une méthode rapide et sûre de dosage de l'ammoniaque au moyen du formol, ajouté en grand excès. — M. **J. Martin** recommande l'emploi des vapeurs d'éther et de chloroforme dans le traitement des myases des cavités naturelles et pathologiques ne communiquant ni avec le nez, ni avec la bouche. Pour les autres, on n'emploiera ce procédé, et avec précaution, que si les autres traitements n'ont pas réussi. — M. **G. Rosenthal** a constaté que le bacillogène tétanique conserve, bien qu'atténué, le pouvoir spécifique d'être agglutiné par le sérum antitétanique. — MM. **H. Busquet** et **V. Pachon** ont reconnu que le potassium produit l'arrêt du cœur en paralysant directement la fibre musculaire cardiaque, impuissante, dès lors, à se contracter d'elle-même. — MM. **H. Hérissey** et **Ch. Lefebvre** ont observé la présence du raffinose dans le *Taxus baccata* (feuilles et jeunes rameaux). — M. **L. Follet** a rencontré, dans les expectorations des cancéreux, un microorganisme qui se présente, le plus souvent, sous l'aspect d'une levure très caractéristique, à double contour. — MM. **G. Péju** et **H. Rajat** ont observé que le *Micrococcus prodigiosus*, placé dans un milieu alcalin, présente des variations chromogènes allant du rouge au jaune et au blanc porcelaine. — M. **L. Mangin** signale l'existence de la *Colpomenia sinuosa* (algue qui emporte les huîtres) dans la Manche, à Cherbourg, Gatteville et Saint-Vaast. — M. **P. Remlinger** montre la persistance du virus rabique dans la salive du chien guéri de la rage. — M. **H. Vincent** estime que la possibilité de la guérison spontanée de la rage expérimentale n'est pas douteuse. — M. **J. Arrous** a reconnu que les modifications circulatoires normales produites par les injections intraveineuses de sucres consistent dans l'augmentation de la pression et du volume du rein et de l'amplitude des pulsations. Il n'y a pas de rapport constant entre l'action diurétique des sucres et les réactions cardio-vasculaires qu'ils provoquent. — M. **E. Cabannes** a observé que les substances toxiques des sérums hétérogènes se trouvent dans les matières albuminoïdes et surtout dans les corps enzymoïdes du sérum entraînés par précipitation. — M. **P. Fauvel** a constaté que les sels alcalins, notamment le bicarbonate de soude, n'augmentent pas l'excrétion urique, du moins avec un régime sans purines. — Mlle **P. Cernovodeanu** et M. **V. Henri** montrent que la toxine tétanique, injectée dans un muscle, doit passer par la voie sanguine et lymphatique pour provoquer le tétanos de l'animal. L'absorption nerveuse, même si elle existe, ne peut pas, à elle seule, provoquer le tétanos. — MM. **C. Levaditi** et **J. Roché** expliquent le mécanisme de la rechute dans la *tick-fever* par l'accoutumance vis-à-vis des anticorps des quelques rares spirilles qui ont échappé à la destruction phagocytaire au cours de la première crise, accoutumance qui se transmet à leurs descendants. — MM. **C. Levaditi** et **Inmann** ont reconnu que les opsonines des sérums spécifiques ne sont identiques ni avec les opsonines normales (compléments), ni avec les agglutinines. Elles ont une constitution complexe et se rapprochent des ambocepteurs. — MM. **H. Guillemard** et **R. Moog** ont constaté que l'exhalaison de la vapeur d'eau diminue dans l'air raréfié et augmente très rapidement avec la température. — M. **T. Stiennon** a observé qu'il existe un rapport très étroit entre la virulence d'un bacille et sa faculté « capsulogène ». La bactérie paraît retirer du sang le produit qu'elle utilise pour former sa gaîne.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 22 Avril 1907.

MM. **Simon**, **L. Spillmann** et **Richard** ont observé, dans deux cas de tuberculose ulcéro-caséeuse à marche aiguë, diverses bactéries saprophytes circulant dans le sang des malades. — MM. **P. Haushalter** et **Sabotier** ont provoqué expérimentalement le rachitisme chez de jeunes poulets élevés dans un espace confiné et peu éclairé. — M. **G. Etienne** signale un cas de cholécystite scléro-atrophique d'origine éberthienne non typhoïdique. — M. **Dufour** présente un photomètre hétéro-chromatique avec lequel il a entrepris des recherches sur la question des valeurs en peinture. — M. **L. Cuénot** a observé la présence de néphrophagocytes dans le cœur (revêtement endothélial) et le rein (tissu lymphoïde) des poissons osseux. — MM. **P. Jeandelize** et **J. Parisot** ont constaté une diminution de la pression artérielle chez deux sujets atteints d'insuffisance thyroïdienne. — MM. **P. Haushalter** et **P. Jeandelize** ont observé un athérome de l'aorte chez une myxœdémateuse âgée de 13 ans ; l'insuffisance thyroïdienne paraît être la cause de cette affection. — MM. **G. Etienne**, **P. Jeandelize** et **L. Richon** signalent des malformations organiques multiples, portant sur la rate, le rein, l'appareil génital et peut-être le foie, chez un castrat naturel. — MM. **L. Richon** et **P. Jeandelize** montrent que l'ovariotomie pratiquée chez la lapine dans le jeune âge donne tantôt une augmentation, tantôt une diminution de longueur des os. — M. **L. Mercier** a observé la présence du *Bacillus Cuenoti* dans les cellules de l'enveloppe folliculaire de l'œuf et dans les cellules de la tunique péritonéale des gaînes ovariques chez la Blatte. — M. **J. Parisot** a remplacé la palpation digitale par le pléthysmographe de Hallion et Comte dans ses expériences de sphygmomanométrie. — MM. **A. Weber** et **R. Collin** ont observé sur un embryon humain l'existence d'un faisceau surnuméraire du ligament péronéo-calcanéen ; c'est peut-être un rudiment de muscle extenseur de rayons de la nageoire abdominale disparus. — M. **A. Weber** signale certaines formes de transition entre les ébauches vasculaires et les îlots sanguins dans l'aire opaque des embryons de canards.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 19 Avril 1907.

MM. **P. Weiss** et **A. Cotton** présentent leurs *mesures du phénomène de Zeeman sur les raies bleues du zinc*. Les raies étudiées ont été les trois raies de longueurs d'onde 4810, 4722, 4680, à chacune desquelles correspond une série secondaire. Le but du travail était d'abord de voir si l'effet Zeeman varie proportionnellement au champ (pour la raie 4810, Reese, puis Kent, avaient signalé des écarts atteignant 30 % avec cette loi simple) et, en second lieu, de faire une mesure absolue du phénomène en déterminant les valeurs en gauss des champs employés. Ces recherches ont été faites en utilisant un gros électro-aimant que M. Weiss a fait construire pour l'Institut de Physique du Polytechnicum de Zürich. Les champs employés ont varié de 25.575 à 35.980. Ces champs ont été mesurés avec soin en les comparant par la méthode balistique à un champ de comparaison plus étendu et très uniforme. Les clichés ont été obtenus avec un réseau concave de Rowland de 86 millimètres de largeur, dans le troisième et le quatrième spectres, particulièrement intenses. Ils ont été mesurés par les deux observateurs d'une façon tout à fait indépendante. Les nombres concordants ainsi obtenus ont fourni les résultats suivants : 1° L'effet Zeeman pour ces raies varie, dans les limites indiquées, proportionnellement au champ. Le résultat contraire de Reese et Kent s'explique sim-

plement en tenant compte des intensités relatives des composantes latérales que ces physiciens n'avaient pas séparées. Ces intensités décroissent rapidement à partir du centre, et, si la pose est insuffisante, les composantes extrêmes n'apparaissent pas sur les clichés; 2° Les résultats relatifs à la place des diverses composantes sont tout à fait en accord avec les règles simples indiquées par Runge et Paschen dans leurs beaux travaux sur les relations de l'effet Zeeman avec les séries de raies; 3° Si l'on appelle $\delta(\lambda)$ l'écart entre les deux composantes latérales de la raie 4680 (qui donne un triplet pur) ou bien entre les composantes extrêmes des deux raies 4722 et 4810, on obtient, pour la valeur de la constante K qui définit la valeur du changement magnétique des raies des deuxièmes séries secondaires du zinc, la valeur suivante :

$$K = \frac{\delta(\lambda)}{\mathcal{H}\lambda^2} = 1{,}875 \times 10^{-4} \ (\lambda \text{ en cm., } \mathcal{H} \text{ en gauss}).$$

avec une erreur relative ne dépassant pas 1 °/₀. Farber avait trouvé $1{,}813 \times 10^{-4}$. Le résultat précédent peut être utilisé à la mesure, par le procédé indiqué par Zeeman, d'un champ non uniforme en ses différents points (photographie d'une raie avec un spectroscope sans astigmatisme et mesure de l'écart entre les composantes aux différents points du cliché). Il présente un intérêt théorique évident, notamment au point de vue de la théorie des électrons. Si l'on applique au triplet pur 4680 la théorie élémentaire de Lorentz, on en déduit pour le rapport de la charge d'un électron à sa masse $e/m = 2\pi\nu K = 3{,}534 \times 10^7$, et la valeur ainsi trouvée est valable, non seulement pour les séries secondaires du zinc, mais aussi pour toutes les raies correspondantes du cadmium, du magnésium, du mercure, du strontium, étudiées par Runge et Paschen. Elle est bien du même ordre de grandeur que celle ($1{,}878 \times 10^7$) admise aujourd'hui à la suite de mesures concordantes sur les rayons cathodiques, mais ne présente avec celle-ci aucune relation numérique simple. M. **Jean Perrin** observe qu'on paraît être à peu près au bout de ce qu'on peut donner comme peine et habileté pour avoir un champ magnétique intense avec un électro-aimant. On a vu qu'on obtenait péniblement ainsi 30.000 gauss dans un centimètre cube. Il serait évidemment plus commode d'en avoir cent mille, ou mieux un million dans un décimètre cube. Or, il n'est peut-être pas inutile de dire que cela n'est pas irréalisable. On y arriverait en renonçant au noyau de fer (qui devient de moins en moins utile) et en construisant un solénoïde suffisant. Les spires seraient refroidies par de l'air liquide. Des calculs très simples montrent qu'un sacrifice de quelques millions de francs suffirait pour obtenir un million de gauss. La chose sera donc facile du jour où elle sera jugée assez importante. Or, un champ magnétique puissant apparaît comme le seul moyen efficace que nous ayons d'agir profondément sur la matière. Il est désirable de créer dès maintenant un courant d'opinion dans ce sens. — M. **C. Féry** présente son *radio-pyromètre à dilatation*. Cet appareil est basé sur la loi de Stéfan (radiation totale); il indique la température d'un four par l'échauffement obtenu en amenant l'image du four sur une spirale bimétallique spéciale et très sensible. La dilatation de cette bilame, enregistrée par l'aiguille qu'elle fait mouvoir sur un cadran porté par l'appareil, est proportionnelle à la quatrième puissance de la température absolue du four (Stéfan). La concentration des rayons caloriques est obtenue au moyen d'un miroir concave doré à la surface; l'appareil se présente donc sous la forme d'un télescope. — Puis le même auteur décrit son *calorimètre enregistreur thermo-électrique pour les gaz et les liquides combustibles*. Le principe de cet appareil consiste à évaluer les calories, dégagées par la combustion du gaz ou du liquide, par les millivolts fournis par une pile thermo-électrique spéciale chauffée par un brûleur utilisant le combustible en étude. L'appareil se compose de deux verres à gaz, réunis à leur partie inférieure par un tube métallique en U. Le brûleur fonctionne dans un de ces tubes, l'appel d'air se faisant par l'autre. Les deux verres de lampe sont fermés par deux quadrillages métalliques analogues à ceux utilisés dans le brûleur Méker. Sur le centre de ces deux quadrillages, sont soudées les extrémités d'une lame de constantan; on réalise ainsi, en fermant le circuit sur un galvanomètre, un couple thermo-électrique constantan-cuivre, l'une des soudures étant continuellement chauffée par les produits de la combustion, et l'autre maintenue, au contraire, à la température ambiante par l'appel d'air qui se produit au travers des mailles du quadrillage. Si le brûleur, dans le cas des gaz combustibles, est muni d'un régulateur de débit, et si on l'attelle à un *galvanomètre enregistreur*, la courbe tracée donne les variations du pouvoir calorifique pendant la durée de l'enregistrement. L'appareil est étalonné avec H pur. Si, au contraire, la pile thermo fait tourner un compteur électrique, le rapport des indications de ce compteur à celles d'un compteur à gaz (remplaçant le régulateur de débit), ou au poids brûlé pendant le même temps pour les liquides, est proportionnel au pouvoir calorifique. — M. **Jean Perrin** : *Le transport des ions et l'existence des hydrates*. Beaucoup de solutions laissent déposer des composés définis cristallisés contenant, pour un nombre entier et petit de molécules du solvant, un nombre entier et petit de molécules du corps dissous. Tel est le cas pour l'eau (hydrates), pour le mercure (amalgames), etc. Beaucoup de ces combinaisons sont particulièrement instables et ne donnent pas de composés de substitution. C'est en partie à cause de ces composés qu'on a créé l'expression de *combinaisons moléculaires*, supposant par là de façon confuse que deux genres différents de liaisons peuvent exister entre atomes dans les combinaisons chimiques. Ce langage n'est d'ailleurs pas accepté par tous les chimistes. D'autre part, l'existence hypothétique de molécules d'hydrates en solution aqueuse a été plusieurs fois invoquée en faveur de théories que cette hypothèse permettait de concilier avec l'expérience. On a aussi admis que les ions formés par rupture de la molécule se partagent l'eau qu'elle contenait et sont, par suite, hydratés. De plus, et indépendamment de l'eau ainsi liée chimiquement aux ions, il est raisonnable d'admettre, par analogie avec ce qu'on sait sur la façon dont les ions d'un mélange gazeux servent de centres de condensation aux molécules d'eau, que chaque ion entraîne avec lui, par attraction électrique, un cortège de molécules d'eau. M. Perrin a cherché si la discussion des phénomènes d'électrolyse ne permettrait pas de calculer le nombre de molécules d'eau ainsi entraînées par chaque ion, que ce fût par liaison physique ou chimique. Si l'on admet, comme on fait généralement, que le quotient de vitesse des deux ions d'un électrolyte par rapport aux molécules neutres, dans un même champ, reste à peu près le même tant que la solution reste *étendue*, on peut alors calculer le degré d'hydratation des divers ions. L'auteur s'attendait à une hydratation notable. Or, il est remarquable que, faisant ces calculs, on trouve le résultat simple que le nombre de molécules d'eau charriées par chaque ion se réduit à 0 dans les limites de précision des analyses. Il n'y a donc pas d'hydrates d'ions. Ceci crée dès lors une forte présomption pour qu'il n'y ait pas non plus de molécules d'hydrates. Les hydrates cristallisés seraient des empilements réguliers de molécules, contenant forcément, par suite de la structure triplement périodique du cristal, un nombre entier et petit de molécules du dissolvant pour un nombre entier et petit de molécules de corps dissous : ce qui explique les formules simples de ces hydrates. En accord avec cette conception, les cristaux des hydrates (tel le gypse) possèdent les cinq bandes d'absorption de l'eau dans l'infra-rouge, alors que les cristaux de brucite [$Mg(OH)^2$], où l'on sait par ailleurs que l'eau est chimiquement combinée, ne les possèdent pas. En particulier, si l'on se rappelle que

les métaux purs sont mono-atomiques, on sera porté à penser que deux atomes de métal ne se soudent pas facilement et l'on doutera qu'il existe des molécules correspondant, par exemple, aux huit amalgames cristallisés de potassium dont on a reconnu l'existence. Plus généralement, il est probable que les alliages, même à l'état cristallisé, sont des empilements réguliers, mais non pas de véritables combinaisons. Du même coup disparaissent les difficultés soulevées par ces composés, au point de vue de la saturation des valences.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 26 Avril 1907.

M. Tiffeneau étudie le mécanisme des transpositions pinacoliques; la *Revue* publiera prochainement un article détaillé du même auteur sur la question des transpositions. — **M. M. Delépine** expose le résultat de ses recherches sur les produits de condensation de l'aldéhydate d'ammoniaque. — **M. P. Nicolardot** décrit le procédé qui lui permet de doser exactement l'eau dans les cuirs. — Dans une seconde communication, il fait l'historique de l'origine des mots *beryllium* et *glucinium*.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 26 Avril 1907.

M. A. E. Garrett décrit ses expériences sur *la conduction électrique produite par le chauffage des sels*. Un grand nombre de composés, spécialement les sels halogénés, produisent par chauffage jusque vers 360° une conductivité aisée à déceler. Dans la plupart des cas, une formule de la forme :

$$I = a\theta^{1/2} e^{-b\theta},$$

où I est le courant de saturation, a et b des constantes et θ la température absolue, représente, avec une bonne exactitude, la relation entre le courant de saturation et la température absolue. Les courants de saturation ont été obtenus à la fois pour les ions positifs et négatifs. Les ions négatifs sont de vrais centres chargés, car ils peuvent être déviés par un champ magnétique. Les ions positifs sont aussi des centres chargés avec des quantités considérables des produits dus aux changements chimiques subis par les sels chauffés. — **M. W. B. Croft** présente des solénoïdes qui se meuvent sous l'action du champ magnétique terrestre. Ils sont constitués par la bobine mobile d'un électro-dynamomètre, suspendue par un système bifilaire. — **M. W. S. Tucker** montre que la relation donnée par Stark entre la chute de potentiel cathodique et la température dans un tube à vide est sujette à caution. Les pertes dues aux courants de convention, et qui varient avec la pression et la température, affectent les courbes d'où Stark a déduit son équation. On a observé, en outre, une grande diminution de température à mesure qu'on s'éloigne de la cathode, alors que Stark considérait l'espace sombre cathodique comme ayant une température voisine de celle de la cathode. — **M. J. A. Tomkins** présente un appareil simple pour illustrer mécaniquement les lois des tangentes et des sinus.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 22 Mars 1907.

Séance anniversaire annuelle. La Société procède au renouvellement de son Bureau, qui est ainsi constitué pour l'année courante :

Président : Sir **William Ramsay**;

Vice-Présidents : MM. **J. J. Dobbie, R. Messel**, Sir **A. Pedler**, MM. **W. H. Perkin, A. Smithells** et **W. P. Wynne**;

Trésorier : M. **Al. Scott**;

Secrétaires : MM. **M. O. Forster** et **A. W. Crossley**;

Secrétaire pour l'Etranger : M. **H. T. Brown**.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 3 Novembre 1906.

MM. A. E. Mann et **C. E. Stacey** décrivent les méthodes qu'ils emploient pour l'analyse chimique des alcools commerciaux ; elles comprennent les déterminations suivantes : force de l'alcool, acidité totale, acides volatils, acides fixes, aldéhydes, furfural, éthers, alcools supérieurs, extrait, matières colorantes.

Séance du 4 Mars 1907.

M. R. Threlfall présente les résultats de quatre années d'expériences *sur la mesure et l'essai du gaz de gazogène*. Le gaz est mesuré avec un tube de Pitot, auquel l'auteur a apporté quelques perfectionnements. La détermination de la production du gaz par le dosage de AzH^3 ou par la balance du carbone donne des résultats inexacts, en général trop élevés. Pour déterminer le soufre dans le gaz Mond, l'auteur propose de retirer H^2S par aspiration au travers d'une solution de chlorure de cadmium et de brûler le gaz dans l'aspirateur au moyen d'un appareil spécial.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 8 Février 1907.

M. J. W. Mellor étudie quelques changements physiques et chimiques qui se produisent dans la cuisson des poteries. La réaction entre les divers constituants du corps de la poterie s'arrête avant qu'un état d'équilibre soit atteint. La chimie des poteries est donc surtout une chimie de réactions incomplètes. Dans la cuisson, la composition du flux change constamment à mesure qu'il dissout les matériaux les moins réfractaires.

Séance du 8 Mars 1907.

M. H. J. Bailey expose ses recherches sur la formation du sel bleu dans l'industrie de l'ammoniaque. Elle paraît due à la présence des cyanures volatils dans le saturateur pendant un temps suffisamment long pour leur permettre d'agir sur le fer présent dans l'acide ; elle peut avoir lieu très rapidement dans une solution fortement acide.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 15 Février 1907.

M. H. H. Rusby se demande s'il serait possible d'introduire et de cultiver le camphrier pour la production du camphre dans d'autres contrées que celles où il pousse à l'état natif. Il est certain que le camphrier pourrait s'acclimater dans la plupart des contrées sud-tropicales ; mais les conditions, physiologiques et pathologiques, de la production du camphre par le végétal étant peu connues, il ne s'ensuit pas qu'on pourrait créer actuellement une industrie du camphre florissante dans d'autres pays que ceux qui le fournissent aujourd'hui. — **M. G. Drobegg** décrit les méthodes de purification et de raffinage du camphre naturel. Les impuretés du camphre brut sont l'eau, l'huile de camphre, le fer, le sable, le bois, etc. On les sépare soit par resublimation, soit par cristallisation du benzène. — **M. V. Coblentz** fait l'histoire des emplois du camphre en Pharmacie et en Médecine. — **M. R. C. Schuepphaus** étudie les applications techniques du camphre. Les deux tiers de la production totale sont consommés par l'industrie du celluloïd ; contrairement aux idées courantes, le camphre n'entre guère dans la fabrication des explosifs et des poudres sans fumée. — **M. F. J. Pond** signale les diverses méthodes qui ont abouti à la *synthèse du camphre*. La plupart n'ont qu'un intérêt scientifique ; une seule est

devenue industrielle : elle consiste dans la préparation du chlorhydrate de pinène au moyen de l'essence de térébenthine qui contient 70 % de pinène; ce chlorhydrate est converti en camphène, celui-ci en isoborméol, et ce dernier est finalement oxydé en camphre. On a aussi préconisé l'action de divers acides sur l'essence de térébenthine, qui donne un mélange d'éthers bornyliques et isobornyliques, qui peuvent être oxydés en camphre. — **M. J. E. Crane** et **C. M. Joyce** décrivent les diverses méthodes d'analyse du camphre, qui reposent sur la sublimation, la détermination de la densité et du pouvoir rotatoire.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 8 *Mars* 1907.

MM. H. Zahn et **H. Schmidt** adressent une Note relative à l'effet Hall et à quelques phénomènes alliés présentés par les alliages de Heusler. L'effet Hall, abstraction faite des valeurs extrêmes observées pour le tellure et le bismuth, et des valeurs relativement grandes caractéristiques de l'antimoine et du carbone, se démontre le plus facilement dans le cas des métaux ferromagnétiques (fer, acier, nickel et cobalt). Les autres phénomènes caractéristiques du champ magnétique, et notamment l'effet thermo-magnétique, sont aussi très marqués dans le cas de ces métaux. Or, comme les propriétés magnétiques exercent évidemment une influence importante sur la grandeur de ces effets, les auteurs s'attendaient à les retrouver avec une intensité extraordinaire dans les bronzes magnétisables de manganèse découverts par M. Heusler. Ils ont, en effet, constaté que ces alliages présentent l'effet Hall et l'effet thermo-magnétique à un degré relativement élevé, voire même supérieur au fer, bien que les composants individuels des alliages ne manifestent ces mêmes effets qu'avec une faible intensité. Il est intéressant de remarquer que les valeurs relatives aux alliages, abstraction faite de ceux du plomb, diffèrent jusque par leur signe de celles qui sont caractéristiques des composants.

Séance du 22 *Mars* 1907.

M. F. F. Martens adresse une Note sur l'examen optique des vibrations de diapasons. Suivant la méthode usuelle, on rend ces vibrations visibles en attachant un petit miroir à la surface extrême du bout supérieur de l'une des branches du diapason. Les rayons lumineux réfléchis par le miroir viennent frapper, soit un miroir tournant, qui résoudra en une ligne sinusoïdale la tache lumineuse élargie en bande, soit un autre petit miroir qui, attaché d'une façon analogue à un autre diapason perpendiculaire au premier, engendrera les figures bien connues de Lissajous. L'auteur propose de modifier cette méthode en attachant le miroir, non pas au bout supérieur, mais au milieu environ de la branche du diapason, qui, par là, sera influencé à un degré beaucoup moindre, alors que les rotations du miroir resteront sensiblement identiques. Il est possible aussi d'imprimer aux rayons lumineux une rotation double en attachant deux miroirs aux surfaces intérieures, en regard l'une de l'autre, des deux branches du diapason. Un avantage de ce dispositif, c'est l'absence de toute influence perturbatrice due à une rotation du diapason tout entier, rotation qui se produit toujours en amorçant ce dernier. — Le même auteur vient de faire la démonstration de la propagation du son dans une conduite de Toepler. La valeur de la vitesse de propagation ainsi trouvée, réduite à l'air sec à 0°, étant d'environ 296 mètres par seconde, est intermédiaire entre les valeurs isothermique et adiabatique. — Il décrit, d'autre part, un dispositif de démonstration des vibrations sonores au sein de l'air. Un diaphragme étroit est disposé à proximité du foyer d'un petit miroir concave, projetant, après réflexion sur un miroir tournant, une image nette du diaphragme sur un écran blanc éloigné. Le miroir concave est attaché au bord inférieur de la plaque de mica d'une capsule phonographique du commerce, dont l'ouverture est reliée par un bout de caoutchouc à l'entonnoir accoustique à longueur variable. Les vibrations sonores seront tracées sur l'écran. — **MM. F. Handke** et **F. F. Martens** décrivent un dispositif de démonstration, au moyen de membranes à miroir latéral, des ondes stationnaires d'une flûte, destiné à se substituer aux capsules de König. Les mêmes auteurs ont fait des expériences sur un tube à interférence de Quincke à deux voies sonores. Ils placent le diapason servant de source sonore devant l'une des ouvertures du tube à interférence; l'autre ouverture est fermée par une membrane en caoutchouc portant un petit miroir à son bord inférieur et dont la tension produit la résonance au son rendu par la source sonore. Le miroir projette sur un écran l'image d'un filament de Nernst, image qui, pendant les oscillations de la membrane, sera étirée en une bande longue et large. Cette méthode peut être variée de différentes manières. — **M. J. E Lilienfeld** présente un second Mémoire sur certains phénomènes nouveaux, se produisant dans la colonne positive de l'effluve électrique. Depuis sa première communication sur ces mêmes phénomènes, faite dans la séance du 16 novembre 1906, les conditions expérimentales, et notamment celles qui régissent la production des fluorescences caractéristiques, ont été précisées : il importe essentiellement de réaliser un vide aussi avancé que possible et une grande densité de courant de décharge. Aussi ces phénomènes sont-ils limités aux portions du tube dont la section peut être resserrée à volonté, à savoir à la colonne positive. Une autre façon d'exprimer ces conditions est de dire que les phénomènes en question se trouvent liés à un état stationnaire de la décharge dans lequel le nombre des électrons négatifs conduisant le courant est aussi grand que possible en comparaison du nombre de molécules gazeuses par unité de volume. Un nouveau moyen d'assurer un vide exceptionnellement avancé consiste à rincer les vases à l'aide d'oxygène pur et sec, pendant le passage de décharges gazeuses intenses. L'oxygène, activé par la décharge, enlève, semble-t-il, et le mercure et les hydrures de carbone absorbés par le verre. La fluorescence rouge semble être liée au résidu gazeux occlus dans les parois de verre, tandis que la fluorescence bleue est due probablement au silicium renfermé dans les verres et le quartz. Il reste à démontrer si ces fluorescences sont provoquées soit par le rayonnement positif, soit par le concours de ce rayonnement avec d'autres produits de la décharge. — **M. W. Biegon von Czudnochowski** décrit une échelle de vides à ajustement automatique. En raison des modifications des phénomènes de décharge observées pour des tensions décroissantes, M. Cross a pu établir une échelle de vides comprenant 6 vases à décharge identiques et remplis du même gaz, mais à un degré de raréfaction différent. L'échelle automatique imaginée par l'auteur est, au contraire, indépendante des conditions locales et du gaz choisi. Le dispositif qu'il vient de construire comprend un système de 6 vases à vide cylindriques communiquant entre eux et renfermant des électrodes en aluminium. Au voisinage du bout inférieur de chaque vase, on a soudé un tube recourbé deux fois à angle à peu près droit et qui porte à son autre extrémité un petit flacon et dans sa partie antérieure un tube étroit à bout poli obliquement. Ce tube est introduit dans le flacon du vase à vide antérieur de la série. Après avoir rempli tous les flacons de mercure, les échelles des tubes étroits y plongeant donneront les degrés de vide, qui peuvent s'assimiler à ceux de l'échelle de Cross.

ALFRED GRADENWITZ.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 11 15 JUIN 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Miss Agnes Mary Clerke. — Le 20 janvier de cette année, la mort enlevait à l'Astronomie l'un de ses meilleurs historiens, Miss Agnes Mary Clerke. Sans avoir été un astronome au sens littéral du mot, Miss Clerke s'est acquis, par son grand talent de vulgarisation, un nom qui restera dans la littérature scientifique.

Née en Irlande, le 10 février 1842, Miss Clerke reçut une instruction solide et vint résider en Italie, où elle continua ses études, de 1870 à 1877. A partir de cette époque, elle vint se fixer à Kensington, près de Londres, et ne quitta son cabinet de travail qu'en de rares occasions, nécessaires pour se perfectionner dans sa science de prédilection.

C'est ainsi qu'en 1888, à l'âge de quarante-six ans, nous la retrouvons à l'Observatoire Royal du Cap de Bonne-Espérance, faisant un stage prolongé et cherchant à acquérir une connaissance approfondie de l'Astronomie pratique sous l'habile direction du Dr Gill, aujourd'hui Sir David Gill.

Son esprit très cultivé s'intéressait aux questions les plus diverses, à tel point qu'en 1892 elle publiait sur Homère une étude fort intéressante (*Familiar studies in Homer*), qui prouve en faveur de sa vaste érudition. Dans cette œuvre, que nous nous bornons à signaler, Miss Clerke montre que ses idées sur les Grecs primitifs étaient loin d'être superficielles; elle y aborde même différentes controverses historiques, qu'elle sait traiter de main de maître.

En 1900, elle visite, au cours d'un long voyage à bord du yacht *Palatine*, les grandes capitales du nord de l'Europe. Mais, de tout temps, l'Astronomie avait eu ses faveurs et, en 1885, elle publiait son premier ouvrage important : *A Popular History of Astronomy during the XIXth Century*. Les astronomes surent apprécier l'œuvre à sa juste valeur, puisqu'en 1902 paraissait une quatrième édition complètement mise à jour.

En réalité, son Histoire de l'Astronomie au XIXe siècle commence avec le grand Herschel. « Le présent volume, disait-elle dans la première édition, n'a pas la prétention d'être une histoire complète et très étendue de l'Astronomie pendant la période indiquée. Son but est de présenter une vue des progrès de la science céleste, sous son jour le plus caractéristique, depuis l'époque de Herschel. » Il est donc tout naturel qu'elle ait toujours eu un plaisir spécial à revenir sur ce point de départ, d'autant que Herschel est un personnage dont la vie est excessivement intéressante à étudier. C'est probablement à ces raisons que nous devons la publication, en 1895, de son délicieux opuscule : *Les Herschel et l'Astronomie moderne*, ouvrage qui contient la biographie de Sir William Herschel, et celles de sa sœur Caroline et de son fils Sir John Herschel.

Cette Histoire de l'Astronomie est de beaucoup sa contribution la plus importante à la littérature scientifique. Elle y travaillait encore dans les derniers mois de sa vie et se préparait à mettre au point les documents qui devaient faire de la cinquième édition une œuvre unique en son genre. Toutefois, elle venait de publier, en 1906, un petit volume intitulé : *Modern Cosmogonies* et qui comble en partie les lacunes de l'Histoire, lacunes, hâtons-nous d'ajouter, dues principalement aux progrès de la science astronomique depuis 1902.

Son second ouvrage de quelque importance a pour titre : *The System of the Stars* et fut publié en 1890. Les progrès réalisés en quinze années, les découvertes nouvelles, les mesures plus précises opérées dans les grands observatoires, obligèrent l'auteur à remanier son premier texte et à introduire de nouveaux chapitres dans l'édition de 1905. C'est à propos de cet ouvrage que M. Gregory s'exprime ainsi : « Aucun écrivain en Astronomie n'a une plume aussi alerte que Miss Clerke; nous pouvons passer sur le style, quelque peu fleuri à l'occasion, lorsque nous songeons à la quantité énorme de lectures et d'analyses qu'il a fallu pour mener à bien une telle entreprise. Cet ouvrage est si remarquable qu'il devrait être familier à tous ceux qui s'occupent de Physique astronomique... Il est seulement regrettable que l'auteur n'ait pas donné un plus large aperçu de tout ce que l'on a publié sur ce sujet. »

Ces ouvrages, malgré leur étendue, n'épuisaient pas l'activité de Miss Clerke comme écrivain. Entre temps, elle publiait de nombreuses biographies d'astronomes dans l'Encyclopédie Britannique, ou dans le Dictionnaire national de Biographie, et elle collaborait à des

revues spéciales ou générales, telles que : *The Observatory* ou *Knowledge*.

En 1892, elle recevait le prix Actonien de cent guinées pour ses travaux astronomiques, et, en 1903, la *Royal Astronomical Society* la comptait parmi ses membres honoraires.

Cette même année, comme pour répondre à ce grand honneur, Miss Clerke publiait un troisième grand ouvrage : *Problems in Astrophysics*. Elle l'écrivit, nous dit-elle, sous l'inspiration et les conseils de Sir David Gill, auquel il est dédié.

Ce livre sera une vraie révélation pour tous ceux qui s'intéressent à la science, aussi bien pour les profanes que pour les savants dont les loisirs sont occupés par des recherches ayant un tout autre objet. Les vues générales y abondent et la lecture de ce volume est bien propre à montrer quel vaste champ occupent actuellement les recherches astronomiques, comme aussi à donner les conclusions des travaux modernes sur le plan général et l'unité de notre Univers.

Les spécialistes eux-mêmes, déjà engagés sur ce terrain, économiseront bon nombre d'heures consacrées aux recherches fastidieuses dans les livres ou les revues, en consultant ce chapitre de l'histoire de la science.

Aux qualités d'un habile compilateur de méthodes et de résultats, Miss Clerke joignait celles d'un remarquable écrivain. Son style pittoresque et imagé rend très agréable la lecture de tous ses ouvrages, où le fini littéraire ne nuit jamais à la valeur scientifique.

On regrette seulement parfois que l'auteur n'ait pas reçu une éducation scientifique plus forte, pour arriver à juger à leur vraie valeur certaines recherches importantes qu'elle a, d'ailleurs, très heureusement signalées. Cela mis à part, nous ne pouvons que souscrire pleinement à l'appréciation si juste qu'un critique moderne a faite de son œuvre :

« Aucun de ceux qui étudient l'histoire de l'Astronomie ne peut manquer de reconnaître la grande dette contractée vis à vis de miss Clerke pour son importante contribution à la science astronomique ; aucun travailleur, dans le vaste champ de l'Astronomie sidérale moderne ouvert par le génie de Herschel et considérablement élargi par l'application du spectroscope, n'aura garde d'oublier la reconnaissance due à cette femme incomparable pour l'accomplissement de son œuvre gigantesque. Il semble, en effet, que nul autre écrivain n'aurait pu, comme elle, classer et interpréter cette masse énorme de documents et de matériaux accumulés depuis si peu de temps, et indiquer toujours la route à suivre pour explorer de nouveaux horizons dans le domaine si étendu d'une science qui englobe toutes les autres. »

Abbé Th. Moreux,
Directeur de l'Observatoire de Bourges.

§ 2. — Astronomie

Le retour de la comète de Halley. — L'astronome anglais Hollis vient d'appeler l'attention sur le prochain retour de la comète de Halley, dont la période moyenne est à peu près de soixante-dix-sept ans. Mais, en raison des déplacements de son orbite causés par l'attraction planétaire ou par d'autres influences perturbatrices, la révolution actuelle serait, environ, de deux ans plus courte.

En 1862, le Dr Angström montra que ces périodes inégales ont suivi une courbe parfaitement régulière, et, si la période dont il s'agit maintenant s'accorde avec la continuation de cette courbe, le prochain retour n'aurait lieu qu'en 1913 ; cependant, d'autre part, M. le Comte de Pontécoulant ayant, en 1864, calculé l'orbite de cette comète avec la plus rigoureuse précision, en a conclu que le prochain passage au périhélie arrivera le 23 mai 1910. M. Cowell et M. Crommelin ont fait, conjointement, une comparaison minutieuse des irrégularités de l'orbite et sont parvenus au même résultat que Pontécoulant, avec une légère différence de date, celle-ci devant être, selon eux, quelques semaines plus tôt.

Naturellement, cette date est celle du passage au périhélie ; mais, quoique la célèbre comète de Halley ne puisse être comptée parmi les plus remarquables d'éclat, il ne serait peut-être pas impossible de la voir dès l'automne prochain, car elle se rapproche de nous chaque jour davantage.

§ 3. — Météorologie

Radio-activité de la pluie. — MM. Costanzo et C. Negro, qui ont étudié, comme on le sait, la radio-activité de la neige, viennent de publier[1] les résultats de leurs recherches sur la radio-activité de la pluie, qui a fait l'objet, de leur part, d'intéressantes études systématiques à Bologne durant le printemps de 1906. Leurs investigations ont été accompagnées d'observations barométriques, thermométriques et anémométriques.

Il résulte des observations publiées que la pluie fraichement tombée est *toujours* radio-active : cette radio-activité est l'objet d'une diminution rapide et disparaît sensiblement au bout de deux heures. La pluie d'orage, principalement si elle est accompagnée de grêle, est très fortement radio-active. La pression, la température, la force et la direction du vent, n'ont pas révélé d'influences nettes au cours des nombreuses observations[2].

§ 4. — Art de l'Ingénieur

Les moteurs des sous-marins. — Les questions relatives à la plongée, à la tenue en immersion et à l'utilisation militaire des sous-marins sont actuellement résolues, en France du moins, d'une manière satisfaisante. Sans doute, il y a encore des progrès à faire ; mais on est sorti de la période des tâtonnements, et tout le monde est d'accord sur la voie où l'on doit chercher les perfectionnements de détail.

Le problème des moteurs, quoique plus simple en apparence et moins mystérieux, est moins avancé, et aucune des solutions essayées ne s'est jusqu'ici montrée réellement supérieure aux autres. La meilleure preuve en est que, sur les quatre grands sous-marins de types différents mis en chantier au 1er janvier de cette année, il y a trois systèmes de moteurs différents, dont un est entièrement nouveau. En outre, il a fallu, pour atteindre en marche à la surface la vitesse relativement faible de 15 nœuds, donner à ces sous-marins des dimensions très supérieures à celles qu'on avait atteintes jusque-là (700 à 800 tonneaux de déplacement total, contre un maximum antérieur de 450). On peut s'étonner de ce chiffre, lorsqu'on se rappelle que des torpilleurs de 150 tonnes marchent à la vitesse de 30 nœuds. Aussi n'est-il pas sans intérêt de montrer les difficultés particulières qu'offre le problème des moteurs dans le cas des sous-marins.

Elles tiennent aux conditions spéciales qu'impose la nature même de ces bateaux. En premier lieu, leur coque, au lieu d'avoir simplement la solidité nécessaire pour résister à la mer, doit être assez robuste pour supporter la pression correspondant à une immersion assez grande : le chiffre de 40 mètres est un minimum, qui oblige à employer des tôles d'acier d'un centimètre d'épaisseur au moins. Le poids de la coque en est accru, et, au lieu de représenter seulement 28 à 30 centièmes du déplacement total, comme sur les torpilleurs, il en prend de 40 à 42 centièmes. L'armement, l'équipage et les installations intérieures exigent à peu près 25 centièmes du déplacement : il ne reste donc pour le moteur que 35 centièmes au plus, alors que les torpilleurs disposent de 40 à 45 centièmes.

Encore ne peut-on pas toujours, faute de place, utiliser tout ce poids : on est impérativement limité

[1] *Phys. Zeitschr.*, 15 décembre 1906.
[2] Cf. *Bull. de la Soc. belge d'Astr.*, t. XII, p. 122.

par le diamètre de la coque, par les ballasts très encombrants qui servent à produire l'immersion, et par la nécessité de ménager des couloirs allant d'un bout à l'autre du bâtiment : en pratique, la fraction du déplacement affectée à l'appareil moteur ne dépasse pas 30 centièmes.

C'est là une première cause d'infériorité. Mais, en outre, le poids qu'on peut affecter au moteur doit être réparti, sur les sous-marins, entre deux appareils, l'un pour la marche à la surface, l'autre pour la marche en plongée. Malgré quelques essais dont nous parlerons plus loin, il n'est pas encore possible d'utiliser en plongée — c'est-à-dire le bateau complètement fermé, sans communication avec l'air extérieur — d'autres appareils que les moteurs électriques, alimentés par des accumulateurs; sans doute, ces moteurs peuvent suffire pour la marche à la surface, mais il faut alors, même pour obtenir une distance franchissable assez faible, un très grand nombre d'accumulateurs, et l'on sait quel poids représente l'énergie emmagasinée sous cette forme : 120 kilogs par cheval pour les accumulateurs, 30 à 40 kilogs par cheval pour les moteurs électriques ; un appareil moteur de 200 chevaux pèsera au moins 30 tonneaux ; il ne trouvera pas place sur un sous-marin jaugeant moins de 100 tonneaux, et il ne lui donnera qu'une vitesse de 10 nœuds au plus, pendant 2 heures.

C'est ainsi qu'étaient mûs nos premiers sous-marins, mais on a vite renoncé à cette solution trop onéreuse, et qui, en outre, fait dépendre trop étroitement le bateau de sa station de chargement installée à terre. On a donc réduit le poids affecté à la propulsion électrique, et l'on a mis un moteur thermique — machine à vapeur ou moteur à pétrole — dans le double but d'assurer la marche à la surface dans de meilleures conditions, et de recharger les accumulateurs pour la plongée, de manière à donner plus d'autonomie au sous-marin.

La fraction du déplacement affectée au moteur thermique a varié suivant que l'on voulait assurer au bâtiment une marche plus ou moins longue en plongée. Elle ne dépasse guère 10 centièmes sur les bâtiments les plus récents, en y comprenant l'approvisionnement de combustible.

La première solution essayée chez nous a été la machine à vapeur, avec chaudière chauffant au pétrole ; l'ensemble du générateur et du moteur pèse à peu près 45 kilogs par cheval (on arrive à un chiffre bien inférieur sur les torpilleurs, mais seulement avec des puissances très considérables).

La machine à vapeur a le double inconvénient de faire une fumée qui rend le sous-marin visible de loin lorsqu'il marche à la surface, et d'exiger une cheminée qu'il faut rentrer avant de plonger ; le sous-marin qui en est muni est donc obligé de s'immerger à plus grande distance de l'ennemi, et il met plus de temps à faire cette opération. On a donc cherché à s'en affranchir en employant le moteur à pétrole. Mais les vapeurs d'essence donnant des risques d'explosion dans un milieu confiné comme celui du sous-marin, il a fallu recourir aux moteurs à pétrole lampant, qui sont beaucoup plus lourds que ceux à essence : alors que certains types de ces derniers arrivent à ne peser que 3 ou 4 kilogs par cheval, les moteurs à pétrole lampant ne descendent pas pour le moment au-dessous de 40 kilogs. On arrivera sans doute à faire mieux, mais la question est de celles que l'on étudie à l'heure actuelle et l'on ne peut pas compter sur un résultat immédiat.

La solution du moteur à pétrole n'est donc encore que peu supérieure, au point de vue du poids, à celle de la machine à vapeur. Par contre, elle est plus avantageuse au point de vue de l'encombrement. Mais elle est loin, pour le moment, de donner la même sûreté de fonctionnement, surtout lorsqu'il s'agit d'une marche prolongée. On cite, il est vrai, des moteurs d'atelier de mêmes modèles qui marchent sans interruption pendant des mois : mais ces moteurs pèsent de 150 à 200 kilogs par cheval, et leurs conditions de fonctionnement ne sont pas les mêmes.

On voit combien est complexe la question des moteurs de sous-marins. Il faut ajouter encore que l'utilisation de la puissance motrice est forcément beaucoup moins bonne, en plongée, qu'elle ne l'est sur les bâtiments de surface : le sous-marin immergé, en effet, est alourdi du poids de l'eau qu'il a embarquée dans ses ballasts pour produire son immersion. Il en résulte, pour une même puissance, une perte de vitesse qu'on peut évaluer à près d'un tiers par rapport à la marche à la surface.

Pour s'affranchir du poids considérable que représentent les accumulateurs et moteurs électriques, on a proposé plusieurs solutions, qui utilisent dans la marche en plongée le moteur de surface. Une de ces solutions consiste à alimenter le moteur à pétrole au moyen d'air comprimé contenu dans les réservoirs que l'on vide à l'intérieur du bâtiment. Elle a été essayée sur le sous-marin *Y*, et l'on a dû y renoncer, à cause des variations de pression, absolument insupportables pour les hommes de l'équipage, que produisait ce fonctionnement. Le gain réalisé sur le poids n'était même pas très considérable, car, le moteur à pétrole consommant à peu près 2 mètres cubes d'air par cheval et par heure, il fallait emmagasiner des quantités très grandes d'air comprimé, dans des réservoirs très lourds.

On a aussi préconisé, pour la plongée, un moteur à ammoniaque semblable à ceux qui fonctionnent dans les usines frigorifiques : mais l'ammoniaque coûte trop cher pour qu'on puisse appliquer ce principe à des appareils de quelque puissance, surtout à bord où il est impossible de recueillir les résidus du fonctionnement.

Enfin, un des derniers sous-marins mis en chantier comporte une solution originale : il est mû par une machine à vapeur dont la chaudière est entourée d'une couche épaisse de matière à base d'amiante, qui empêche le rayonnement. Quand on plonge, on cesse d'alimenter les fournaux, mais la chaudière continue à produire de la vapeur et la machine peut encore tourner pendant assez longtemps. Quoique la distance franchissable en plongée soit dans ces conditions assez restreinte, il sera intéressant d'expérimenter le système.

Mais la solution n'est pas encore trouvée, qui permettra aux sous-marins d'atteindre des vitesses comparables à celles des bâtiments de surface. C'est là leur point faible, et il n'y pas d'apparence qu'on y remédie avant longtemps.

§ 5. — Physique

La conductivité électrique et la force thermo-électrique des composés de métaux lourds. — La seule difficulté s'opposant à l'examen électrique des composés métalliques purs réside dans la préparation d'échantillons convenables. La conductivité et les forces thermo-électriques, qui sont comprises dans les mêmes limites que celles des métaux et électrolytes, se déterminent, en effet, facilement avec les méthodes élaborées pour ces derniers. La production de baguettes ou de plaques pures et bien cohérentes, indispensables à cet effet, n'est cependant possible qu'exceptionnellement par voie de fusion, soit dans le cas le plus intéressant des composés de métaux lourds, soit dans celui des métaux eux-mêmes. Les expérimentateurs ont, par conséquent, eu recours à l'emploi, soit de cristaux trouvés dans la nature, soit de baguettes obtenues par compression de la substance pulvérulente. La première méthode, qui, avec un choix soigneux des échantillons, donne de bons résultats, n'est évidemment que d'une application limitée ; d'autre part, il est rare de trouver dans la nature des substances pures d'une composition constante. L'autre méthode, bien que d'une application générale, donne des résultats absolument incertains. Les baguettes ob-

tenues par compression de la poudre donnent le plus souvent des valeurs plusieurs fois plus grandes que la résistance réelle, tout en passant par des variations irréversibles dans le cas d'une température variable et en présentant les effets de cohéreur bien connus.

M. K. Bädeker[1] vient de préconiser une ingénieuse méthode pour obtenir ces composés à l'état pur, se prêtant à l'examen de leurs propriétés électriques. Il produit à cet effet des miroirs métalliques par projection cathodique, puis les transforme dans le composé voulu par l'action de la vapeur du métalloïde correspondant. Le nombre de corps réalisés de cette façon est évidemment extrêmement grand.

La projection du métal se fait de la façon usuelle sur du verre ou du mica. Des morceaux convenables, découpés dans ces miroirs, sont introduits séparément dans une éprouvette en présence d'une faible quantité du métalloïde, après quoi le vide y est fait. Dans certains cas, la combinaison s'établit spontanément; le plus souvent, il convient cependant de chauffer avec précaution.

Les couches minces de composés ainsi obtenues sont extrêmement cohérentes. La méthode proposée par l'auteur pour mesurer leur épaisseur par des pesées faites sur une micro-balance est, semble-t-il, d'une précision équivalente aux méthodes optiques dans le cas des couches supérieures à 100 $\mu\mu$, tout en étant d'un emploi possible pour des épaisseurs décroissantes jusqu'à quelques $\mu\mu$.

Le coefficient de température de la substance la mieux conductrice examinée par l'auteur, à savoir le CuS, s'approche de la valeur moyenne des métaux purs. Il en est de même probablement de sa conductivité. Le sulfure d'argent passe, semble-t-il, de la conduction électrolytique à la conduction métallique au point de transformation (175°). Le séléniure d'argent présente la conduction métallique en dessous et en dessus de son point de transformation (133°). Le CuI^2 présente un cas de conduction électrolytique d'une grandeur anormale.

L'auteur mesure enfin les forces thermo-électriques de certains composés à conductivité métallique par rapport au cuivre entre 20 et 220°. Les résultats de ces mesures sont donnés en détail dans le travail original.

§ 6. — Electricité industrielle

Dispersion du brouillard et des fumées par l'électricité. — La présence de brouillards et de fumées présente des inconvénients, non seulement pour la navigation et la sécurité des chemins de fer, mais aussi pour l'hygiène. Un célèbre physicien écossais, Aitken, a pu établir, par une série d'expériences des plus concluantes, que la condensation de la vapeur d'eau à l'état de brouillard résulte surtout de l'influence des poussières en suspension dans l'atmosphère. Avec Tyndall et Gérardin, il a reconnu que les particules solides des fumées ont la propriété de condenser autour d'elles la vapeur d'eau et d'être ainsi l'origine des brouillards, qui contribuent au développement des pires maladies, notamment de la tuberculose. Pour se rendre compte de l'intérêt qu'il y aurait à s'en débarrasser, il suffit de rappeler les résultats de l'analyse des brouillards des grandes villes.

A Londres et à Manchester, ces analyses ont donné les résultats suivants :

Carbone libre	41,5
Hydrocarbures	13,1
Bases diverses	2,1
Acide sulfurique	4,6
Acide chlorhydrique	1,4
Ammoniaque ou sels ammoniacaux	1,4
Fer et oxydes de fer	2,7
Autres matières minérales	32,2

[1] *Annalen der Physik*, n° 4, 1907.

A Paris, l'air moyen contient, par 100 litres calculés à 0° et sous la pression de 760 millimètres, les gaz combustibles suivants :

Hydrogène libre	19 c. c. 4
Formène	12 c. c. 1
Benzène et analogues	1 c. c. 7
Oxydes de carbone	0 c. c. 2

De plus, les fumées et brouillards ont la propriété d'arrêter en partie la lumière solaire, qui, d'après des savants tels que Pasteur, Duclaux, Roux, etc.., est un destructeur énergique des microbes nuisibles à l'organisme. Cette perte de lumière atteint, dans les grandes agglomérations, jusqu'à 40 ou 60 °/₀.

On comprend donc quel intérêt présente tout procédé ayant pour but de remédier à ces inconvénients. Diverses expériences ont été faites dans cet ordre d'idées, notamment en France, par l'ingénieur Dibos, et en Angleterre, par le savant bien connu, Oliver Lodge, expériences qui se poursuivent encore en ce moment et qui déjà ont donné des résultats très dignes d'attirer l'attention.

C'est en 1884 que Lodge, pour la première fois, indiqua que des décharges à haut potentiel ont pour effet de condenser les poussières autour des électrodes et de les faire déposer sur les corps avoisinants. Ces travaux sont repris depuis 1905. Ils ont commencé par des expériences de laboratoire. Le physicien anglais se servait de machines électrostatiques, dont une des électrodes était terminée par une pointe métallique recouverte d'une cloche en verre. Si l'on introduit des fumées sous la cloche, ces fumées, se condensant presque instantanément, se précipitent sur l'électrode et sur le plateau qui supporte la cloche. Ce procédé ne pouvait guère être employé utilement en dehors du laboratoire, d'autant plus que les machines électrostatiques sont trop sensibles aux influences de l'humidité pour pouvoir se prêter facilement à des expériences extérieures.

Aussi maintenant Sir Oliver Lodge a-t-il substitué des dynamos à courants alternatifs aux machines électrostatiques; mais des redresseurs transforment ces courants, de façon que les décharges à haut potentiel fournies par ces dynamos soient émises toujours dans le même sens.

Presque en même temps que Lodge reprenait ses recherches à l'Université de Birmingham, l'ingénieur français Dibos se livrait en France à des travaux des plus intéressants. En 1904, il installait un premier poste d'observation à Wimereux-Plage (Pas-de-Calais). Il opérait avec une machine électrostatique fonctionnant sous un potentiel de 140.000 volts et alimentant une antenne munie d'un râteau-diffuseur à pointes métalliques. Ce dernier appareil était à 10 mètres au-dessus d'une villa haute de 15 mètres et située à 40 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la mer.

Alors que l'opacité du brouillard ne permettait pas de distinguer des personnes placées à $2^m,30$ de l'observateur, M. Dibos put obtenir des zones d'éclaircies de 50 à 60 mètres de rayon. Il put observer que ces éclaircies circulaires augmentaient sensiblement quand le vent ramenait vers le poste d'observation les fumées de la ville de Boulogne-sur-Mer, située à 3 kilomètres à vol d'oiseau. Il en conclut que plus le brouillard est chargé de poussières, plus il est sensible à l'influence des décharges électriques et facile à disperser. Les expériences furent reprises plus tard avec des courants dynamiques et confirmèrent les premiers résultats.

Oliver Lodge, de son côté, est arrivé, au moyen d'ondes électriques, à disperser des brouillards sur une zone de 100 à 110 mètres de diamètre. A la suite de ces essais, il a établi sur les rives de la Mersey, en Angleterre, et sur les bords de la rivière Chicago, en Amérique, des postes où il a pu étendre ses expériences.

Les travaux simultanés de Dibos et de Lodge ne sont encore que des essais; mais les résultats déjà obtenus

permettent de bien présager de l'avenir. Déjà l'obtention d'une zone d'éclaircie de 100 mètres de diamètre est un avantage très sérieux pour la marine et favorise les entrées et sorties de port. Sur les voies ferrées, elle permet la visibilité des signaux à une distance appréciable.

On ne peut que suivre avec intérêt la continuation et l'extension de ces expériences, qui peuvent avoir des conséquences de la plus grande importance et aboutir à la solution complète d'un problème de la plus haute portée pratique.

§ 7. — Géologie

L'action comparée de l'érosion torrentielle et de l'érosion glaciaire. — L'étude approfondie des régions alpines a permis de considérer comme indiscutables, d'une part, l'existence de plusieurs glaciations, séparées par des périodes de retrait interglaciaires, et décomposables, elles-mêmes, en oscillations de moindre amplitude, d'autre part, le surcreusement (*Uebertiefung*) des vallées principales. C'est au Professeur Penck, de Berlin, que revient l'honneur d'avoir mis ces faits en lumière, et l'on peut dire qu'actuellement tous nos géologues français s'y sont ralliés. Seulement, tandis que M. Penck et ses collègues allemands attribuent ce surcreusement à la seule action glaciaire, les glaciologues français en cherchent la cause principale dans le travail des eaux courantes, et en particulier de celles du torrent sous-glaciaire.

Sans doute, l'érosion glaciaire peut occasionner des ruptures de pente, façonner des cuvettes locales; mais, de là à l'approfondissement des vallées actuelles, il y a loin. On ne saurait oublier, par ailleurs, que les névés et les champs de glace sont en même temps, et dans une mesure au moins égale, des agents de conservation du modelé topographique. M. W. Kilian, le savant professeur de Grenoble, dans une récente étude [1] où il a repris la question qui nous occupe, cite l'exemple suivant : Pour la vallée de l'Arc, près de la Praz (Savoie), l'approfondissement attribuable au surcreusement est de 1.074 mètres, différence entre l'altitude du seuil de la Bissortelle, là où elle subit une brusque rupture de pente (2.031 mètres), et le confluent de ce torrent avec l'Arc (957 mètres). Or, un tel travail est en disproportion évidente avec les effets excavants observés dans les glaciers actuels. Au contraire, de l'étude si documentée de M. Charles Rabot sur *les Débâcles glaciaires* [2], ainsi que d'un travail récent de M. Paul Girardin [3], il résulte que les eaux courantes produisent en un temps très limité de puissants effets d'érosion, qui forment toute une phase de l'histoire d'une vallée. La dernière débâcle du Charmaix, à Modane (23 juillet 1906), a permis de constater successivement, dans l'espace de quelques heures, le creusement du lit, l'érosion latérale par éboulement, la formation de lacs, la construction de terrasses, etc.

D'autre part, une bonne partie des terrains que l'on considère comme glaciaires n'ont pas cette origine. Telle est, en particulier, l'opinion de M. Charles Rabot. Les matériaux laissés par les glaciers ont été repris et déplacés par les torrents, entraînés par les débâcles glaciaires, mélangés aux produits des éboulements, des glissements, des avalanches printanières. M. Stanislas Meunier a constaté, dans les Préalpes vaudoises, que des galets de calcaire ou d'autres roches tendres peuvent être striés de la même façon qu'ils l'auraient été par le glacier, et cependant en dehors de toute intervention de ce genre [1]. M. E.-A. Martel a émis, dans son champ particulier d'investigations, des doutes semblables : « Après tout ce que le travail des eaux souterraines m'a montré depuis seize ans, parmi toutes les régions caverneuses de l'Europe, en fait d'œuvres de polissage et striage des roches, façonnage de marmites de géants et de pierres arrondies, uniquement dues à l'érosion mécanique et tourbillonnaire des courants, des doutes me sont venus sur la justesse d'interprétation de bien des manifestations données comme glaciaires; et je me demande, en profane comme glaciériste, mais en empiriste exercé comme hydrologue, si une bonne partie des soi-disant traces glaciaires, aujourd'hui considérées comme classiques, ne passeront pas plus tard, à travers le crible de notions et discussions ultérieures, au rang de simples incidents de la vie et du labeur des cours d'eau [2] ».

M. Jean Brunhes, qui a publié tant d'observations originales sur le travail des eaux courantes et la tactique des tourbillons, a été naturellement amené à se demander quelle part revient dans l'érosion glaciaire à l'action du torrent sous-glaciaire. Dans deux Notes présentées à l'Académie des Sciences [3], M. Brunhes a insisté sur plusieurs contradictions que présente le surcreusement par les glaciers. C'est ainsi qu'on attribue, dans l'ensemble, aux vallées glaciaires, une forme en U, et aux vallées torrentielles, une forme en V. Remarquons d'abord, avec M. Kilian, que cette forme dépend surtout de la nature de la roche entamée par le cours d'eau. Mais, à côté de cela, il faut également reconnaître que la forme en U est aussi celle des vallées jeunes, en particulier de celles dites cañons. La forme en V n'apparaît que plus tard par l'aplanissement des versants, à mesure que l'érosion poursuit son œuvre. Nous avons pu voir, sur des reliefs authentiques, moulés par M. Jean Brunhes, que le chenal du petit ruisselet forme une série de paliers, comportant une représentation topographique à courbes fermées, analogue à celle d'un « trog » glaciaire. Enfin, les anciennes vallées glaciaires des Alpes renferment un certain nombre de bosses et de barres, dont quelques-unes sont bien formées d'éboulements post-glaciaires (collines de Sion), tandis que d'autres ont une origine certainement préglaciaire (barres de Saint-Maurice, du Kirchet) [4]. Celles-ci, de nature calcaire, ont été à peine rabotées au passage par le glacier, qui n'a pas réussi à les surcreuser. En outre, en avant du front immédiat de beaucoup de glaciers actuels, on observe un certain nombre de bosses arrondies, d'étendue variable, mais d'aspect semblable. Si l'on remarque, en outre, que les eaux torrentielles sous-glaciaires ont réussi à creuser non seulement des marmites, mais encore de véritables gorges (glacier inférieur de Grindelwald), que ces eaux circulent ordinairement dans deux sillons latéraux pour se rejoindre en avant du front du glacier, on peut concevoir, avec M. Jean Brunhes, l'érosion glaciaire de la manière suivante : « Dans le cas général et normal, l'eau, sous le glacier, menant l'attaque, creuse les sillons entre lesquels subsiste une sorte d'échine longitudinale, plus ou moins continue, tandis que de part et d'autre du lit glaciaire se dressent deux grandes parois latérales qui sont tout naturellement raides et parfois verticales comme celles d'un cañon. La glace, à son tour, inter-

[1] W. Kilian : L'érosion glaciaire et la formation des terrasses. *La Géographie*, 15 novembre 1906.

[2] *Bulletin de Géographie historique et descriptive*, n° 3, 1905.

[3] P. Girardin : La débâcle du Charmaix aux Fourneaux, dite « Eboulement de Modane ». *La Géographie*, 15 septembre 1906.

[1] S. Meunier : Etude géologique sur le terrain à galets striés des Préalpes vaudoises. *Revue générale des Sciences*, 1902, p. 300-308.

[2] *La Nature*, 16 juillet 1904.

[3] *Sur les contradictions de l'érosion glaciaire* (28 mai 1906). — *Sur une explication nouvelle du surcreusement glaciaire* (5 juin 1906).

[4] Sur ces deux barres, cf. Maurice Lugeon : Sur la fréquence dans les Alpes de gorges épigénétiques et sur l'existence de barres calcaires dans quelques vallées suisses. Lausanne, Corbaz, 1901 ; et, en outre, sur la barre du Kirchet : L. de Lacger : Etude de morphologie glaciaire. Le Hasli im Grund. *Annales de Géographie*, 15 juillet 1903.

vient incessamment pour profiter du travail ainsi préparé et pour le modifier dans une très réelle mesure ; elle arrondit et polit les sillons, les saillies, les parois ; elle rabote et elle déblaie ; par la pression de sa masse en mouvement, elle façonne surtout le dos central isolé et comme « miné » sur ses deux flancs ; elle le débite par morceaux et souvent parvient à l'emporter tout entier, sauf précisément aux lieux et places où subsistent les « témoins » révélateurs, bosses, buttes ou barres. » Cette interprétation, qui considère l'érosion glaciaire comme un simple cas spécial de l'érosion torrentielle, confirme parfaitement les observations personnelles que nous avons faites, depuis plusieurs années, auprès de quelques-uns des principaux glaciers des Alpes suisses [1]. **Pierre Clerget,**

Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

§ 8. — Géographie et Colonisation

La « Revue du Monde musulman ». — Jusqu'à présent les études orientalistes ont été plutôt théoriques et traitaient de l'histoire, de la philologie, de l'histoire religieuse... dans le passé. Les Orientaux eux-mêmes reconnaissent les services que leur ont rendus nos orientalistes pour la préservation de leur histoire, de leur langue et de leur littérature.

Aujourd'hui, ce n'est plus le passé seul qui nous intéresse : le mouvement actuel du monde musulman attire de plus en plus notre attention. Cette orientation nouvelle était tout particulièrement nécessaire : pour faire face aux besoins de notre époque, aux relations qui se sont établies entre l'Orient et l'Occident, il faut diriger les études orientales vers un but plus pratique.

C'est la tâche qu'a entreprise la *Revue du Monde musulman*, dont les premiers numéros viennent de paraître, sous la direction de notre éminent collaborateur M. Alfred Le Chatelier, professeur au Collège de France. Les sujets qu'elle traite sont de nature à intéresser tous les lecteurs en général et à montrer sous leur véritable jour le mouvement, la vie du monde musulman.

Si l'on songe à l'ignorance des Européens en ce qui concerne l'Orient islamique, on ne saurait assez apprécier les services qu'est appelée à rendre la *Revue du Monde musulman*. Les événements qui se passent en Orient et en Afrique devraient nous être familiers à tous. Ils montrent l'intérêt qu'offre la nouvelle publication, principalement pour nos hommes politiques.

§ 9. — Enseignement et Sociétés

L'enseignement médical des hôpitaux. — Sur l'initiative de M. Lucas-Championnière et de MM. Babinski, Variot, Hirtz, Darier, Bazy, Sergent, etc., il vient de se constituer une *Association d'enseignement médical des hôpitaux de Paris*. M. Souques a été nommé secrétaire général, et M. Labbé secrétaire général adjoint. Plus de quarante médecins et chirurgiens des hôpitaux ont adhéré aux statuts de l'Association.

Ce nouvel enseignement se donnera surtout dans les hôpitaux, mais il y aura un local central où les jeunes médecins et chirurgiens des hôpitaux viendront faire des cours et conférences. En outre, cette Association se propose de s'adjoindre au besoin des personnalités médicales ou scientifiques extra-hospitalières qui viendraient faire des conférences dans le local central.

Cet enseignement n'a d'autre but que de compléter l'enseignement officiel de la Faculté de Paris.

Le concours de l'Ecole Normale Supérieure et des Bourses de Licence. — Dans une des dernières séances du Conseil de l'Université de Paris, M. Liard a rendu compte des résultats des concours communs institués, l'an dernier, pour l'admission à l'Ecole Normale Supérieure et pour l'obtention des bourses de licence près les Facultés des départements. Les jurys de ces concours étaient composés de professeurs de l'Université de Paris et de professeurs des Univertés des départements.

Pour la Section des Lettres, 158 candidats ; 64 ont été inscrits sur la liste d'admission ; 35 ont été nommés à l'Ecole Normale ; 27 ont accepté des bourses dans les départements.

Pour la Section des Sciences, 263 candidats ; 100 ont été inscrits sur la liste d'admission ; 22 ont été nommés à l'Ecole Normale ; mais, tandis que les années précédentes, pour atteindre un chiffre moins élevé, il fallait, par suite des options pour l'Ecole Polytechnique, descendre jusqu'au 50e de la liste, cette année, parmi les 22 premiers, 3 seulement ont opté pour l'Ecole Polytechnique, de sorte que le contingent de l'Ecole Normale a été atteint sans descendre au delà du 25e.

Sur les autres, dont le rang ne permettait pas la nomination à l'Ecole Normale, 38 ont opté pour l'Ecole Polytechnique, et 24 ont accepté des bourses dans les Universités des départements.

Dans les deux concours des Lettres et des Sciences, au témoignage des membres du Jury, les résultats ont été très supérieurs à ceux que donnaient les anciens concours régionaux pour l'attribution des bourses de licence.

Association italienne pour l'avancement des Sciences. — Une Association pour l'avancement des Sciences vient de se fonder en Italie, et sa première réunion aura lieu au mois de septembre prochain à Parme. La nouvelle Association se propose d'imiter les Associations similaires florissantes en Angleterre, en France, en Amérique, dans un but de propagande scientifique, en rendant l'Association accessible à tous ceux qui s'intéressent à la Science et à ses applications.

En réalité, ce n'est pas une Association nouvelle qui surgit, mais la continuation, après une longue suspension, de la Société des Savants italiens, qui tint son premier Congrès à Pise en 1839, et qui continua ses réunions jusqu'à l'année 1870.

Dans un récent article [1], notre collaborateur M. Mancini a fait l'histoire de cette Société et de ses travaux : il montre que l'ancienne Association, ayant en apparence un caractère scientifique, servait admirablement à un but politique, favorisant les communications et les accords des patriotes italiens. Ces réunions éveillèrent les soupçons des gouvernements ; et, en effet, dans les Congrès, après leur début, la liberté de langage et d'opinions devint toujours plus marquée. Ce caractère politique, qui prédominait dans l'Association, en fit délaisser les travaux et amena sa disparition lorsque l'Italie eut reconquis son unité et sa liberté.

Maintenant, après une longue période de travail dans les Académies, Ecoles, et Laboratoires, l'Italie a pris place parmi les nations qui contribuent efficacement au progrès scientifique. Des savants distingués comme MM. Artini, Blaserna, Bignami, Cardani, Bodio, Celoria, Fano, Foà, Golgi, Jona, Luzzatti, Marchiafava, Monticelli, Pantaleoni, Issel, Millosevich, Paternò, Pirotta, Sella, Volterra, Pesci, Pigorini, Romiti, Stringher, se sont mis à la tête du Comité de préparation de l'Association nouvelle, et consacrent leurs efforts et leur autorité au succès de cette dernière, dont les statuts et les règlements seront fixés à Parme. Nul doute que cette noble initiative ne soit accueillie avec grande faveur non seulement en Italie (où l'Association compte déjà de nombreux adhérents), mais dans tous les pays qui se rallient à l'œuvre commune du progrès des sciences.

[1] Comme étude générale sur les glaciers suisses, cf. l'article *Suisse*, du *Dictionnaire géographique de la Suisse*. Cet ouvrage, extrêmement riche comme documentation, est publié sous la direction de M. Charles Knapp, professeur à l'Académie de Neuchâtel.

[1] *Nuova Antologia* du 15 avril 1907.

LES TRIBUS DE LA HAUTE-BIRMANIE

ET LA POLITIQUE ETHNOGRAPHIQUE DE L'ADMINISTRATION BRITANNIQUE

Parmi les États de l'Inde, il est instructif d'étudier, ne fût-ce que sommairement, les États et tribus qui relèvent de la Birmanie. Notre Indo-Chine, dans la partie que nous appelons Laos, en a qui leur sont comparables. Et ce qu'ont fait les Anglais, nous en pouvons tirer quelque enseignement profitable.

Ces tribus et États forment quatre groupes principaux, qui habitent surtout la Haute-Birmanie. Ce sont, en partant du Sud-Ouest, remontant au Nord, puis redescendant vers l'Est et le Sud-Est : les *Chins*, les *Kachins*, les *Shans* et les *Karennis*.

I. — Karennis, Chins, Kachins, Shans.

Les *Karennis* se trouvent, au Sud-Est, sur la Salween, entre 18 et 20 degrés de latitude Nord, à cheval sur ses rives, comme les États Shans, mais plutôt sur la rive droite. On en rencontre quelques-uns beaucoup plus au Sud, mais dans le bassin de l'Iraouaddy, à travers les districts de Bassein et de Thong-wa, et convertis au christianisme et probablement transplantés. Les Karennis forment cinq États distincts.

Les *Chins* se rencontrent surtout à l'ouest de la Birmanie, dans la partie qui la soude à l'Inde Orientale, à l'Assam, entre 21°45 et 24 degrés de latitude Nord et 93°20 et 94°5 de longitude orientale (Greenwich). Le territoire qu'ils occupent, entre les monts d'Arakan et le bassin de la rivière Chindwin, forme un parallélogramme d'environ 250 milles de longueur et 100 à 150 milles de largeur (peut-être 48.000 kilomètres carrés). Ce n'est pas un plateau ; c'est un terrain fortement plissé, une série de chaînes plus ou moins parallèles, des crêtes qui séparent de profondes vallées : les vallées du Ku-la-Lan (Koladyne), du Manipur, etc...

Les Chins ne sont pas agglomérés en États. Disséminés sur un vaste territoire et émiettés en tribus (ils ne font, d'ailleurs, partie de la Birmanie que depuis peu), ils relèvent de centres administratifs : les Chin Hills proprement dits, près des Lushai Hills et de Manipur, ou Chin Hills du Nord, sont administrés par un *Political Officer*, dont la résidence est à Falan ; au-dessous d'eux, les Chin Hills de la frontière, sur le cours supérieur de la Chindwin, par le *Deputy Commissioner* de la Haute Chindwin (Fort White) ; plus au Sud, les Pakoku Chin Hills relèvent de la division de Nimbu ; enfin, ceux de l'Arakan Hill relèvent du *Commissioner* de la division d'Arakan.

Les *Kachins* sont surtout dans le bassin de l'Iraouaddy, à cheval sur les deux rives, entre 23°30 et 26°30 degrés de latitude Nord, et 96 et 98 degrés de longitude orientale. Ils sont massés surtout dans les districts de Myitkyina (prononcez *Mitchina*) et de Bhamo ; mais on les rencontre éparpillés bien ailleurs : dans le district de Katha, dans l'État de Momeit (Mong-Mit), dans les États Shans du Nord, notamment dans celui de North-Hsenwi, qui se trouve sous le tropique du Cancer. Leur territoire a une superficie d'environ 19.000 milles carrés (50.000 kilomètres carrés). C'est une série de chaînes de montagnes séparées par des vallées qui toutes courent vers l'Iraouaddy.

Les *Shans* occupent l'est de la Birmanie. Ils forment plusieurs groupes : l'un, États Shans du Sud, à cheval sur la Salween, a pour capitale administrative Taunggyi (21° latitude Nord, 97° longitude orientale) ; l'autre, entre l'Iraouaddy et la Salween, depuis le 24° de latitude Nord jusqu'au 20°, forme ce qu'on appelle les États Shans du Nord, dont la capitale administrative (mot fort ambitieux) est Lashio (23° latitude Nord et 98° longitude orientale). Rien de pittoresque comme le chemin qui va de Mandalay à Lashio le long de la rivière Man-San, tantôt lac sans ride, tantôt rapide courant que coupent vingt chutes d'eau, dont une à sept étages, et que surmontent, çà et là, des rochers entassés, semblables aux vieux burgs du Rhin. La Salween, elle, est d'une beauté sauvage. Très longue, plus longue probablement que l'Iraouaddy, elle prend sa source très au Nord, en un point inconnu, dans la région qui donne également naissance à l'Iraouaddy, au Yang-Tse et au Brahmapoutra. Elle est en même temps très étroite (son bassin n'a pas 2 degrés jusqu'à son entrée en Basse-Birmanie), et traverse une vallée profonde, que surplombent des monts de 1.000 et 2.000 mètres. Elle pénètre en territoire britannique dans l'État Shan de North-Hsenwi (Hsenwi du Nord) et coule à travers les États Shans du Nord au Sud. Entre l'Iraouaddy et la Salween, le plateau shan a une hauteur moyenne de 600 à 1.000 mètres. Ailleurs s'élèvent des masses montagneuses considérables. A l'Ouest de la Salween, le Loi-Ling, le plus élevé sur cette rive, a 2.900 mètres. Dans l'État de Hsenwi du Nord, plusieurs pics dépassent 2.300 mètres. Les chaînes parallèles ont de 1.300 à 1.700 mètres de

hauteur. L'ensemble des États Shans, Nord et Sud, forme une superficie d'environ 40.000 milles carrés, soit 104.000 kilomètres carrés.

Shans est le nom général que la géographie a cru devoir donner à ces peuples. Mais eux s'en donnent vingt autres : Tai, Htai, Pai-i, Moi, Muong, Tho, Do, Khamti, etc., sous lesquels on les retrouve dans les parties voisines de l'Indo-Chine, soumises à d'autres dominations. Ils ont d'ailleurs cinq ou six écritures et alphabets différents, étrangers, au moins par quelques côtés, à tous les peuples qui les entourent, énigme de la science ethnographique et de la géographie.

Autant qu'on peut savoir, ils semblent être tous originaires de la Chine du Sud-Ouest. Leur type chinois fort marqué (plus accusé d'ailleurs chez les Shans qui relèvent de l'Empire du Milieu) atteste une origine commune. Mais la configuration même du territoire qu'ils occupent a dû les pousser à se diviser jusqu'à l'émiettement et spontanément les différencier peu à peu. L'attraction exercée par les pays voisins aura fait le reste.

Le climat du plateau shan est très variable. De décembre à mars, il y fait froid partout. Le thermomètre descend parfois à 10° Fahrenheit. Pendant la saison opposée, il monte, à l'ombre, à 80, 90 et 100°. Les pluies commencent à la fin d'avril, au début de mai, et durent, avec des intervalles, jusqu'en août. Leur hauteur moyenne est de 60 pouces dans les vallées les plus larges ($1^m,50$), de 100 pouces ($2^m,50$) sur les montagnes les plus hautes. Cette chaleur et cette humidité semblent être un obstacle aux projets de quelques personnes qui, sans autorité d'ailleurs, ont lancé l'idée de réserver la Haute-Birmanie et les États Shans à l'émigration européenne. Il se peut que des Sikhs du Punjab, des Musulmans de la frontière Nord et de l'Est, sauraient s'y acclimater et y coloniser. Des Européens, il est permis d'en douter.

II. — Les Kachins et la politique le long de la frontière chinoise.

Les Kachins ne sont pas des populations agglomérées sur de vastes territoires d'un seul tenant. Ils habitent les montagnes, dans divers districts dont ce sont d'autres populations qui habitent les plaines. Et cela longtemps a donné et donne encore lieu à d'étranges scènes de désordres : irruption soudaine de Kachins, pillage et vol, fuite vers la montagne avec le butin. Au point de vue administratif, ils forment plusieurs groupes. Ce sont, sans parler des États Shans du Nord : 1° les Kachins des Chin Hills; 2° les Kachins de la Division Centrale de la Birmanie, qui se rencontrent dans les Etats Shans de Thaungdut (orthographié quelquefois Hsawngsup), de Zingalein Kamti (Sinkaling Hkamti) et de Kalè, aujourd'hui supprimé; 3° les Kachins de la Division du Nord, qui se rencontrent dans les Etats Shans de Momeit (Mongmit) et de Wuntho (aujourd'hui supprimé) et dans les districts de Katha, à l'Ouest de l'Iraouaddy, de Bhamo, à cheval sur l'Iraouaddy, et de Myitkyina.

C'est à Myitkyina surtout et à Bhamo que j'ai eu occasion de les étudier. Myitkyina, qui est leur capitale administrative la plus importante, est le chef-lieu du district de ce nom (population, en 1901, 67.399; revenu 197.194 roupies, non compris le *household tax* des Kachins). C'est une petite ville presque entièrement neuve, qui ne date guère que de l'occupation anglaise (1895). Elle est située, par 150 mètres d'altitude, en plaine, dans un climat charmant, avec des saisons suffisamment marquées. Eloignée de la mer de 1.600 kilomètres, elle y est reliée par un chemin de fer et par l'Iraouaddy. Toutefois l'Iraouaddy, navigable pour des steamers de fort tonnage jusqu'à Bhamo, ne l'est plus au-dessus que pour de simples chaloupes à vapeur. Son cours est alors resserré et, à travers des défilés imposants, torrentueux en tout temps, il devient, lors des crues dues à la fonte des neiges, qui lui font des eaux glaciales, terrible et magnifique. A cette place, il roule de l'or; à quelques milles au-dessus de Myitkyina, une société lave le sable au moyen de dragues et fait de bonnes affaires.

Une autre capitale administrative des Kachins est Bhamo, chef-lieu du district de ce nom. Ce district comprend 4.186 milles carrés (le mille carré égale 2,6 kilomètres carrés); sa population (en 1901) est de 79.515 habitants, son revenu de 158.231 roupies (à l'exclusion des Forêts et des Postes et Télégraphes). Bhamo, ville située sur l'Iraouaddy, centre d'une assez forte agglomération chinoise, fut, dès après la prise de Mandalay, convoitée par les Anglais et leur fut un temps disputée par la Chine, qui y prétendait un droit de propriété. En dépit de ces prétentions, les Anglais s'en emparèrent et, malgré des protestations un moment soutenues par les armes, la gardèrent.

Comme je n'aurai plus guère à revenir sur les Kachins, je veux donner ici quelques détails sur la manière dont les Anglais ont compris leurs rapports avec eux.

Le district de Bhamo a à sa tête un fonctionnaire anglais, du rang de *Deputy Commissioner*. Celui que j'y ai connu avait fait son apprentissage pendant plusieurs années dans les Etats Shans. Comme Bhamo est sur la frontière de Chine et que les Kachins se trouvent, dans les montagnes, mi-partie en Chine et mi-partie en Birmanie, on a exigé de ce fonctionnaire qu'il allât en Chine, y séjournât deux ans et apprit suffisamment de chinois pour le

parler et, à la rigueur, le lire et l'écrire ou, plus exactement, contrôler le lettré qui lira ou écrira pour lui.

Le district est partagé en trois subdivisions : une d'elles est celle des Kachins. A la tête des deux autres subdivisions, peuplées surtout de Birmans et de Chinois, sont des fonctionnaires birmans, élevés dans les écoles anglaises, que contrôle d'ailleurs le *Deputy Commissioner* anglais. A la tête de celle des Kachins est un Anglais. C'est là une des règles de l'administration appliquée aux pays où l'on rencontre plusieurs races concurrentes. On n'y donne jamais autorité sur les diverses tribus indigènes à un fonctionnaire de la race autrefois dominante, toujours à un Anglais. Dans un des Etats Shans du Nord, — nous le verrons plus loin, — se rencontre une abondante population Kachin : ils y sont soumis, non à un fonctionnaire Shan, mais à un Anglais.

Autre dérogation. Par toute la Birmanie, le Commissaire (*Commissioner*), dans les divers districts de sa division, remplit les fonctions de juge criminel. Ici, spécialement pour les Kachins, c'est le *Deputy Commissioner*. La raison en est que le Commissaire ne sait rien des Kachins; le *Deputy Commissioner* connaît à fond la langue et les mœurs. Il en est de même pour le *Deputy Commissioner* de Katha. Et la même règle s'applique aux fonctionnaires des autres services : forêts, travaux publics (notamment à Myitkyina), etc.

C'est que les Kachins ont des mœurs bizarres, qui parfois étonnent et effraient. On les rencontre qui traversent la ville, à la file indienne, sans dire mot. Et l'on a bientôt fait de prononcer : « ce sont des brutes ». Celui qui les a fréquentés en juge mieux. Il sait que cette allure dans les villes est la conséquence d'une longue habitude prise ailleurs. Dans leurs montagnes, par ces sentiers étroits, ils sont forcés de marcher l'un derrière l'autre, et de prendre garde à tant de choses qui les menacent : les lianes, les épines, les fauves, les hommes. Et, ayant à veiller pour leur vie, ils restent muets.

On sait aussi que, de temps à autre, ils expulsent de leurs villages les individus dangereux ou indisciplinés, les cervaux brûlés, etc. (*bad characters*). Les anciens, les plus sages ou les plus forts, s'entendent pour les chasser de la communauté. Et l'ignorant aussitôt de crier : cruels barbares. Point. Ils savent que chez eux d'un mot peut jaillir une querelle. Des injures s'échangent; une tête vole et voilà des vendettas (*feuds*) qui mettent aux prises des familles et des villages. Mieux vaut prendre les devants, expulser un mauvais sujet et sauver toute une population.

Pour ces raisons, à cause de leur étrangeté même, on met à leur tête des fonctionnaires à ce préparés, qui les comprennent et les apprécient.

L'unité administrative chez les Kachins est le *Hill tract*. Un village, même un hameau, peut être déclaré *Hill tract* et, par suite, soumis à la législation spéciale qui a été faite pour les Kachins. C'est le *Deputy Commissioner* qui les déclare tels, suivant les besoins du service.

Son autorité s'étend jusqu'à la frontière. En maint endroit, cette frontière est incertaine. Cela donne lieu à des difficultés qu'on ne résout qu'à force de tact et de décision. Cette frontière, qu'on ne l'imagine pas comparable à la frontière franco-allemande, par exemple. Pas de nationalité distincte qui cesse brusquement en un point; mais une foule de petites organisations indépendantes, sans lien entre elles, qui débordent tantôt d'un côté de la frontière et tantôt de l'autre. Le rôle du fonctionnaire anglais a été de les amener peu à peu à se reconnaître sujets tributaires. Cela importait à divers points de vue : d'abord fermer un asile commode, durant les premières années de l'occupation, aux rebelles et aux ennemis de l'ordre; plus tard, aux contrebandiers (opium, armes, spiritueux); ensuite faciliter le commerce de Birmanie au Yunnan, dont les routes principales passent par les montagnes des Kachins, qui en profitent pour lever des droits de passage (*tolls*) indûs sur les caravanes.

Les Anglais ont imaginé, sur cette frontière de Chine, dans le but de régler les affaires, de recourir à des conférences. Ces conférences, il en est de deux sortes. Parfois, ce sont les fonctionnaires anglais des États Shans et des districts de Bhamo et de Myitkyina qui, chaque année, sur un point voisin de la frontière, se joignent aux consuls britanniques de ces provinces chinoises pour, avec eux, examiner la situation telle que l'ont faite les derniers événements. Tantôt ce sont simplement les fonctionnaires (anglais) de district qui se réunissent aux fonctionnaires chinois voisins, sortes de « gardiens de la marche », afin d'arriver, d'un commun accord, au règlement des affaires pendantes. C'est à la suite d'arrangements de ce genre que l'on a pu, sans avoir à négocier d'abord à Pékin, prolonger en territoire chinois la route militaire de Bhamo jusqu'à la plaine de Banwaing, et que l'on va, d'ici à peu, ouvrir un tramway à vapeur. Il n'y a là rien encore qui soit une concurrence au chemin de fer du Tonkin au Yunnan. Mais la méthode est ingénieuse et valait la peine d'être signalée.

III. — Les États Shans.

§ 1. — Leur situation en face de la Birmanie.

J'ai dit quelle énigme scientifique demeure l'histoire de ces populations shanes. Il semble qu'elles aient eu un grand passé, dont, çà et là, apparais-

sent encore des restes imposants : fossés, remparts de 10 à 20 pieds de hauteur, derrière lesquels rien que des débris informes. Quoi qu'il en soit, les États shans sont aujourd'hui soumis au protectorat des Anglais, héritiers des droits des Birmans, avec lesquels ils étaient entrés en rapport dès le XVIIe siècle. Presque tous les Shans sur lesquels porte ce protectorat furent, avec le temps, plus ou moins birmanisés. Ceux qui semblent l'avoir été le plus furent ceux de Bhamo (qui le furent extrêmement) et ceux de l'Ouest et du Nord-Ouest.

A la fin du règne du roi Thibau, il y avait une soixantaine d'États, tous indépendants les uns des autres, grands ou petits, dont les chefs étaient appelés, suivant leur importance, *Sawbwa*, *Myosa*, *Ngwekunhmu*. En principe, ils devaient payer tribut. Ceux qui étaient proches de la Birmanie des plaines, où la puissance birmane se faisait sentir, s'y soumettaient régulièrement ; les autres, ceux au delà de la Salween (à plus forte raison, du Mékong), de façon intermittente, suivant les circonstances. Le total de ces divers tributs s'élevait nominalement, sous Thibau, à environ 30.000 livres sterling (750.000 francs), à quoi il faut ajouter 20.000 livres sterling (500.000 francs) d'impôts sur la production et le commerce du *pickled tea*, sorte de condiment fort apprécié.

§ 2. — L'Intrusion anglaise.

Au lendemain d'une conquête (1885) qui rendait vaines à jamais toutes les combinaisons par lesquelles une politique étourdie avait un instant paru menacer les ambitions britanniques en Birmanie, les Anglais, qui ne se hâtent jamais d'occuper effectivement les territoires dont ils ont lieu de croire qu'ils ne peuvent plus leur échapper, auraient probablement laissé passer du temps avant d'aller promener leur drapeau le long de la Salween, s'ils n'y avaient été prématurément provoqués. Vers 1885, toute cette région était extrêmement troublée. Nombre de chefs shans : ceux de Moné, de Yatsauk, Maingpun, Mankme, et beaucoup d'autres de moindre importance, s'étaient rassemblés au delà de la Salween, dans l'État de Kentung, et là, sous la direction du prince héritier birman, Limpin (fils de l'héritier apparent, assassiné vingt ans plus tôt, en 1866, par le prince Myingun, lequel a joué un rôle jusque dans l'histoire coloniale de la France), avaient formé une confédération, dont le but était de renverser le roi Thibau. A ce moment précis, les Anglais entrèrent en Birmanie. Grande surprise pour des barbares qui ne suivaient que de loin la politique du Gouvernement de l'Inde. Le roi Thibau battu et exilé, il semblait que la confédération eût dû se dissoudre. Mais les chefs entendaient d'abord se venger de quelques-uns d'entre eux qui avaient refusé d'entrer dans leurs projets : ceux de Hsipaw et de Nyaunggwé. Ceux-ci aussitôt réclamèrent la protection des Anglais. Dès le mois de février 1887, les Anglais marchèrent à leur secours. En mai, la confédération fut brisée et le prince Limpin exilé à Calcutta. Bientôt, au centre des États Shans, sur le bord du lac Inlé, fut élevé un fort (Fort Stedman), origine de la ville de Taunggyi, où réside aujourd'hui le surintendant des États Shans du Sud. Ensuite les colonnes de pacification parcoururent le pays, et reçurent la soumission des *Sawbwas*. Ceux qui se montrèrent loyaux furent confirmés dans leurs droits actuels, même les usurpateurs (comme Saw-On, usurpateur de l'État de Myaunggwé), sauf à reconnaître les droits éventuels du prince légitime. Vers 1889, les États Shans du sud purent être considérés comme soumis (Durbars de Moné et de Fort Stedman). Ceux qu'on appela ensuite États Shans du Nord ne furent occupés qu'un peu plus tard. Vers 1893-1894, on commença à les délimiter d'avec la Birmanie. Et ce n'est guère que vers 1895 qu'on songea à organiser leur administration.

§ 3. — Division des États Shans en quatre groupes.

Les États Shans forment aujourd'hui quatre groupes : ceux du Sud et du Nord, dont il a déjà été question, et ceux et qui relèvent de la Division[1] du Nord et de la Division centrale de Birmanie.

Les États du Sud sont au nombre de 48, y compris les 5 États Karennis cités plus haut. Ils forment 5 blocs distincts : 4 en deçà, 1 au delà de la Salween, tous placés sous l'autorité d'un surintendant. Les États Shans du Sud sont en général plus avancés que ceux du Nord : plus riches, mieux outillés et plus aptes à supporter le contact et à recevoir l'empreinte de l'Administration anglo-birmane. Tous n'ont pas, loin de là, la même importance, à n'en juger que par le tribut que chacun d'eux paie au Gouvernement local (c'est-à-dire à la province de Birmanie) et qui varie de 40.000 à 2 ou 3.000 roupies.

Les Etats qui dépendent de la Division nord de la Birmanie (il y en a deux) ne sont, à vrai dire, shans que de nom. La population comprend à peine 20 °/₀ de race shane. Le chef (*Sawbwa*) n'a pas d'autorité. Il est placé sous le contrôle étroit du *Deputy Commissioner* du « District des Mines de Rubis », partie de la Division du Nord.

Ceux de la Division centrale (il y en a trois) avaient à leur tête, au temps des Birmans, tantôt un fonctionnaire birman, tantôt un *Sawbwa* shan. Depuis les Anglais, tous ont un *Sawbwa*. Ils varient

[1] On appelle, en style administratif, *Division* la réunion de plusieurs districts. La Haute-Birmanie en forme trois.

singulièrement en richesse, depuis l'état de Kalé, qui paie un tribut de 19.000 roupies par an, jusqu'à celui de Zingalein-Kamti, qui n'en paie que 50.

Enfin, les Etats Shans du Nord, que j'ai réservés pour la fin, parce que ceux-là je les ai visités, et que je les puis prendre comme exemples, sont au nombre de cinq (sans compter les *Wa-States*, qu'on n'occupe pas et dont on sait peu de chose) : Hsipaw, Tawngpieng, Hsen-wi du Nord, Hsen-wi du Sud, Manglun.

§ 4. — **Les cinq États Shans du Nord.**

L'Etat de Hsipaw a une superficie d'environ 5.000 milles carrés (1 mille carré égale 2 kil. 6) et une population (1901) de 103.870 habitants. Son budget a été prévu en recettes : année 1901-1902, à 348.000 roupies; année 1902-1903, à 354.000; année 1904-1905, à 482.198. Il comporte toujours des non-valeurs de 5 à 10 °/₀. Les dépenses se sont élevées, en 1901-1902, à 330.000 roupies et, en 1902-1903, à 325.500, dont 40.000 roupies pour frais des funérailles du précédent *Sawbwa*.

Ce *Sawbwa*, Kun-saing, s'était, en 1884, enfui de ses Etats, par crainte du roi de Birmanie, et était allé vivre à Rangoon. Mais il y avait transporté ses habitudes de chef barbare et omnipotent : dans un accès de colère, il tua deux hommes. Condamné à mort par la justice anglo-indienne, il vit le pouvoir politique commuer sa peine en deux années de prison et peu après le gracier (sir Ch. Crosthwaite). A la chute du roi Thibau, il rentra dans ses Etats. Dès 1897 (27 janvier), le premier des chefs shans, il se rendait à Mandalay et faisait sa soumission aux Anglais. Cela lui valut la remise de dix années de tribut et l'extension de son pouvoir sur de pettis Etats voisins qui lui furent subordonnés. Par curiosité d'esprit ou habileté de courtisan, il visita l'Angleterre à deux reprises, en 1893 et en 1898, et y fit élever son fils. Celui-ci a aujourd'hui trente ans. Joli homme, et qui a eu le tact de garder le costume national, il laisse administrer ses Etats par de bons fonctionnaires que la Birmanie lui prête. Il est passionné d'arboriculture, et tire vanité et quelque revenu de ses beaux vergers d'orangers. Il est franc-maçon et assiste aux tenues. Mais le Gouvernement le dissuade d'aller à Rangoon, où il ferait des dettes. Il en fait tout de même. Son père avait trois femmes; lui en a seize, et sa liste civile n'est pas même celle qu'avait son père : 60.000 roupies. De temps à autre, on le morigène et on arrange ses finances particulières. Alors libre d'inquiétude, il recommence à s'endetter.

Le Hsen-wi du Nord est, à plusieurs égards, un spécimen digne d'attention. A cheval sur la Salween, il renferme des races en lutte : les Shans et les Kachins; et il a à sa tête — fait qui n'est pas non plus rare dans l'Inde — un chef étranger à la race de ses sujets. De race, il est *Wa*, et d'éducation Shan; en même temps, il a de ses sujets qui sont Kachins. Sur ceux-ci, le Gouvernement britannique lui a, après expérience, refusé autorité directe et les fait administrer par un de ses agents, fonctionnaire anglais. Enfin — détail qui vaut d'être noté — cet Etat n'est qu'une fraction d'un Etat, jadis plus important, qu'on appelait Hsen-wi, sans qualificatif. Quand les Anglais arrivèrent en Haute-Birmanie, ils trouvèrent que cet Etat avait deux prétendants : l'un, en possession du pouvoir, était un usurpateur; l'autre, que, pour des raisons politiques, le roi Thibau avait jeté et depuis longtemps gardait en prison à Mandalay, était le chef légitime. Ils leur rendirent une justice qui rappelle Salomon : ils coupèrent l'Etat en deux ,et donnèrent le Sud au prince légitime et à l'usurpateur le Nord.

Le Hsen-wi du Nord mesure 6.330 milles carrés, et renferme une population de 145.000 habitants : 115.404 sur la rive gauche de la Salween, constatés par un recensement régulier, et 3.000 environ sur la rive droite. Ce sont notamment 45.000 Kachins, des Shans un peu plus nombreux, des Chinois et des Palaungs.

Les Kachins, courts, trapus, vigoureux, assez véridiques et toutefois voleurs émérites de bétail et de chevaux, sont très entêtés et lents à comprendre l'utilité de la loi ou de la discipline. Ils sont ici moins turbulents qu'en Birmanie, à Myitkyina. Ils cultivent l'opium, qu'ils vendent, et le blé. Les Chinois, émigrés du Yunnan, cultivent, eux aussi, l'opium et le blé, mais ils ne sont pas venus à Kotan pour s'y fixer tous à perpétuelle demeure. Beaucoup ne font que passer. Ils guettent un bon coup, et s'enfuient en Chine avec leur butin. Les Shans, fixes et sédentaires, cultivent le riz, le sésame, l'arachide, le tabac. Ni les uns ni les autres ne sont l'idéal du cultivateur ou du contribuable. Aussi l'État s'efforce d'attirer des colons des territoires d'alentour et notamment de Birmanie ou des régions d'au delà de la Salween. Il leur donne de la terre et leur fait remise d'impôt la première année.

Le *Sawbwa*, âgé d'environ cinquante-cinq à soixante ans, est un vigoureux gaillard. Quoique de race *Wa*, il a le type européen, non pas mongol. Très religieux, il a quatre femmes et beaucoup d'enfants. Un Anglais administre, en son nom, les Kachins turbulents et que révolterait l'immixtion d'un *Wa*. Lui-même administre les Shans. Il est entouré d'un tas d'agents, de parents, d'amis, qui lui constituent une sorte de Conseil des Anciens. Il les consulte et fait ce qu'il veut.

L'administrateur anglais, même dans ces parties

éloignées, n'est pas livré à lui-même. Il observe des règles, qui lui ont été prescrites par le Gouvernement local de Birmanie. S'il s'en écarte, il doit en donner les motifs. Il est assisté d'un Shan, agent du *Sawbwa*, au nom de qui il lève le revenu. Il ne lui est pas toujours facile de ne point franchir la ligne de démarcation. Les populations ne sont point cantonnées par masses en des territoires distincts : ici des Shans et là des Kachins. Au contraire, elles sont très mêlées; si bien que constamment le fonctionnaire anglais, au cours de ses tournées, passe de l'un à l'autre. Chez les Kachins, il est tout puissant : agent politique, fonctionnaire administratif, juge. Chez les Shans, il n'a d'autre rôle que de s'informer, et, s'il constate quelque irrégularité, de la signaler au *Sawbwa*.

Le territoire se divise chez les Shans en 45 cercles, chez les Kachins en 41. A la tête du cercle est un chef que, chez les Shans, le *Sawbwa* nomme et, chez les Kachins, le peuple élit et que le fonctionnaire anglais confirme. Les cercles shans se ressemblent tous; ceux des Kachins peuvent être très différents : l'un comprend 3 villages, l'autre 90. Les villages, à leur tour, ont, l'un 2 maisons, et l'autre 100.

Kachins et Shans paient un impôt de tant par famille : les Kachins, 2 roupies 8 (la première fois en 1904-1905) et les Shans, 5 roupies. Le budget de l'État en 1904-1905, s'élevait à 128.171 roupies (l'année précédente à 98.829).

Le Hsen-wi du Sud a une superficie approximative de 2.400 milles carrés et une population de 67.836, aujourd'hui peut-être 80.000 habitants. (Il y a eu, en 1901, un recensement régulier.) L'État, on le voit, est peu important; à cause de quoi l'agent anglais, qui le contrôle, a en même temps autorité sur l'État voisin, Manglun.

La population se compose presque uniquement de Shans purs, 62.000 ou 63.000; sauf en un district, peuplé de Kachins (6.000 ou 7.000); à quoi il faut ajouter quelques Palaungs (2.000), des Chinois (1.000) et des Yang-Lams (3.000), quelques Las et quelques Muhsë, montagnards du Sud-Ouest du Yunnan.

Le chef, environ cinquante ans, de bonne souche, comme on l'a vu, est paresseux. Il a une trentaine de femmes, et une garde de 100 hommes, ce qui lui donne une haute idée de sa puissance. Il gouverne à l'aide de ministres (*amats*), si ce terme ambitieux est de mise : un premier ministre, qui est en même temps principal juge civil et criminel, et quelques autres : ministre du revenu, des travaux publics, ministre secrétaire et ministre de la police (un des moindres), qui gagnent 50 roupies par mois (100, le premier). Au-dessous, tout autour du *Sawbwa*, ses parents, ses serviteurs, ses hommes de confiance.

L'État se divise en 24 cercles. Chaque cercle, d'une superficie variable (100 à 150 milles carrés), a à sa tête un fonctionnaire, qui est à la fois fonctionnaire administratif, percepteur (mais jusqu'ici non pas juge). Sa paye consiste en une commission (10 °/₀) prélevée sur l'impôt qu'il perçoit. C'est lui qui fait les rôles pour l'impôt sur les foyers (*house-hold*). Il les communique à l'agent anglais, lequel les contrôle, s'il y a lieu, accompagné d'un des hauts fonctionnaires du *Sawbwa*. Le contrôle, on le conçoit, n'est pas facile. La preuve de malversations, ce sont les contribuables qui la fournissent, en fuyant dans un État voisin.

Le Hsen-wi du Sud fait un commerce assez actif avec la Birmanie, le Siam et les Etats Shans du Sud. En Birmanie, il importe, jusqu'à Mandalay, le fameux *pickled tea*; il en exporte du riz, du sel (c'est le plus fort article), du pétrole, du poisson séché, des cotonnades de Manchester, de la noix d'arech, des filés de coton, du lait condensé. Au Siam, ils exportent du pétrole et du sésame. Tout cela ne fait pas un gros total.

L'État de Mang-lun a une superficie d'environ 2.500 milles carrés, 3.000 avec ses cinq États subordonnés, et une population peut-être de 30.000 habitants (on dit même 50.000 avec les États). C'est un pays montagneux, à cheval sur la Salween. Avant la venue des Anglais, les deux provinces actuelles formaient deux Etats. Le chef de la province de l'Ouest refusa de reconnaître l'agent politique et s'enfuit chez les *Was*. Ce que voyant, son voisin de l'Est alla à la rencontre de ce même agent, qui le fit chef du tout.

Le chef actuel, qui a plus de soixante-dix ans, est, lui aussi, un *Wa* (à quoi ne parviennent pas les barbares en pays civilisé?), qui, bien que converti au bouddhisme, est demeuré très influent sur les habitants de sa première patrie. Il parle shan comme sa mère, et le shan est la langue officielle du pays.

Le Gouvernement a deux capitales : celle du *Sawbwa* et celle de ses ministres, à 15 kilomètres l'une de l'autre, Paris et Versailles. Les méthodes d'administration sont encore plus rudimentaires que dans les autres États Shans, et le contrôle anglais y est beaucoup moins strict. Les habitants y perdent, car le *Sawbwa* a parfois la main un peu rude, et le revenu de l'État n'y gagne pas : ce revenu ne dépasserait pas 10.000 roupies par an (mais c'est là un chiffre que donne le *Sawbwa* lui-même, qui peut-être — les Anglais le disent et s'efforcent d'en faire la preuve — l'affaiblit à plaisir). Le tribut qu'il paie au Gouvernement local n'est que de

500 roupies. Les grandes dépenses consistent en travaux publics, principalement en routes qui servent surtout aux mouvements de ses troupes (!). Car il est souvent forcé de faire la guerre à des voisins belliqueux ; un État Wa qui le borde au Nord et à l'Est, et les Chinois à l'Est. A cet égard, on le laisse parfaitement libre, car il travaille en fait pour la domination anglaise. Et les Anglais, qui, à défaut de lui, devraient se charger de la besogne utile qu'il fait actuellement, n'ont garde ni de se substituer à lui, ni de gêner sa politique. Au contraire, à diverses reprises, ils lui ont prêté main forte.

IV. — Politique de pacification.

Toute la politique coloniale contemporaine repose sur la politique indigène ; et toute la politique indigène d'abord sur la politique de pacification. Comme on a commencé à pacifier, on continue à administrer. Les méthodes de pacification commandent les méthodes d'administration. Les deux périodes se lient et se mêlent.

Les Anglais excellent dans l'art de pacifier. Ce n'est pas, au moins, qu'ils y apportent plus de sympathie pour les peuples. Leur cœur, au contraire, est peut-être moins engagé ; mais ils ont, depuis longtemps, l'expérience de ces périodes délicates. Leurs fautes de jadis les ont guéris des ambitions prématurées et des démarches imprudentes. Ils se connaissent en courage et crient très haut leur admiration pour les héros ; mais ils récompensent la prudence et l'ingéniosité.

§ 1. — Les conditions naturelles de la pacification et les instructions données au « Political Officer ».

En Birmanie, la conquête avait été facile. Trois semaines avaient suffi pour détrôner le roi Thibau. Mais trois années furent nécessaires pour réduire les *dacoits*. Sur les frontières, dans les régions montagneuses des Chins, des Kachins, des Shans, les populations étaient sur le qui-vive ; la moindre faute pouvait leur faire prendre les armes. On n'évita une guerre qu'à force de tact.

Là où l'ennemi était en force, il fallait ne se montrer qu'avec une force supérieure. Chez les Chins, par exemple, il y avait telle tribu, les Tahsons, qu'on supposait capable de mettre en mouvement, avec leurs alliés, 10.000 hommes ; on se présenta chez eux avec une colonne, considérable pour le pays, de 800 hommes et 4 canons. Nul n'osa bouger.

Ailleurs, dans la région des Kanhaws (1891-1892), voici les instructions prudentes, détaillées, formelles et larges qui furent données. Une colonne accompagnera partout le *Political Officer*. Elle devra être assez forte pour empêcher toute opposition ou briser toute résistance. Appuyé sur une telle force, sans y recourir jamais, le *Political Officer* devra parcourir le pays, rassembler autant d'informations qu'il pourra, pénétrer dans les villages et expliquer aux hommes les instructions des Anglais ; à savoir les lier à nous par le paiement d'un tribut, les gouverner par l'intermédiaire de tel d'entre leurs chefs qu'auront accepté les notables et la population ; confier à chaque chef ainsi choisi un territoire soigneusement délimité, en tenant compte des droits traditionnels, et enfin lui délivrer un *sanad*, ou titre d'investiture, qui énonce pour l'avenir la nature de ses relations avec le Gouvernement local de Birmanie, c'est-à-dire ses droits et ses devoirs. Ce *sanad* contiendra notamment : 1° une délimitation du territoire du chef et de son peuple ; 2° la fixation pour les cinq années suivantes du tribut à payer sur le pied de 1 roupie par foyer ; 3° l'interdiction au chef de se livrer à des *raids* sur le territoire voisin ; 4° l'engagement de sa part d'extrader les meurtriers, *dacoits*, rebelles, etc. ; enfin, 5° une déclaration de soumission aux autorités britanniques. Quand, malgré toutes ces précautions prises, la tribu — ce qui était rare — résistait, force alors était de sévir : arrêter les chefs, confisquer les fusils et armes diverses, saisir le bétail, parfois même brûler les maisons.

Dans les Kachins Hills, près de la frontière de Chine, non loin du Fort Sadon, qu'habitent des tribus qui, pour la première fois, allaient se rencontrer avec des Européens, les instructions données étaient plus fermes et plus prudentes encore. Il était enjoint au *Political Officer* de ne pas chercher à occuper *tout* le territoire sur lequel, à titre de successeurs des rois birmans, les Anglais pourraient prétendre des droits. Il aurait à faire un choix et à se déterminer, dans ce choix, par le plus ou moins de tranquillité de chaque région. Il tracerait alors une ligne frontière entre les districts occupés et les districts réservés. Dans les districts occupés, on ferait de l'administration ; sur les districts réservés, on se contenterait d'établir une surveillance. A tous les habitants qui viendraient se fixer en deçà de la ligne frontière, on garantirait la paix et la jouissance de leurs biens ; en revanche, ils devraient se soumettre aux lois d'impôt et de police, et notamment livrer leurs armes, payer des licences pour le nombre de fusils qu'on laisserait à chaque village, et surtout renoncer aux *feuds* (vendettas) traditionnelles, et attendre justice de l'intervention du Gouvernement.

Ces haines de famille à famille, ou plus souvent, de tribu à tribu sont le fléau de ces régions. Vengeances poursuivies d'âge en âge, dettes impayées et comptes à régler, les lancent périodi-

quement les unes contre les autres. Il était enjoint aux fonctionnaires de s'assurer par de soigneuses enquêtes s'il existait des causes de haine ou de dettes; de procéder à l'examen des comptes respectifs (car tout peut s'arranger avec de l'argent); de fixer les sommes à payer de part et d'autre et de surveiller l'exécution régulière et intégrale des engagements ainsi acceptés. Après quoi, tout *raid*, même pour cause de vengeance, serait sévèrement puni.

Chez les Kachins, on se heurta à la grosse difficulté de l'esclavage. On se garda bien de prendre quelque décision tranchante. Les instructions de 1892-1893 sont du ton le plus mesuré. Les fonctionnaires reçurent l'ordre d'insister, *en tant que cela serait possible et politique*, pour que les esclaves pris dans les *raids* antérieurs fussent restitués; mais ils ne devaient pas se mêler d'intervenir en faveur d'esclaves qui s'étaient volontairement mis en esclavage pour acquitter une dette ou qui, esclaves héréditaires, étaient bien traités par leurs maîtres. Enfin, ils déclareraient aux Kachins que le Gouvernement anglais désapprouve l'esclavage et que la loi anglaise le condamne; que le Gouvernement ne donnera donc à ce régime ni appui ni encouragement; qu'il punira les mauvais traitements, et que, si un esclave s'enfuit, il n'aidera pas le propriétaire à le rejoindre.

A l'égard des États Shans, la conduite politique fut du même genre. Je n'ai rien à ajouter à ce que je viens de dire pour ce qui est des États Shans du Sud et du Nord. Quant à ceux qui étaient soit englobés dans les territoires de la Haute-Birmanie, soit serrés entre la Birmanie et l'Assam, on prit les mesures variées que commandait la condition de chacun d'eux. On laissa provisoirement de côté celui de Hkamti-Long, qui depuis longtemps s'était soustrait à l'influence birmane. Celui de Mong-Mit fut placé sous le contrôle d'un agent politique. Quant à celui de Wuntho, après une période de soumission apparente, le *Sawbwa* s'enfuit à l'approche des Anglais; son fils, agréé par eux, l'alla bientôt rejoindre dans la brousse et fut déposé. L'État fut alors annexé; une partie de la population fit sa soumission; et aussitôt le Gouvernement anglais inaugura son habituelle méthode de pacification, ouvrit des routes, installa des postes et télégraphes, jalonna un chemin de fer. En 1891, l'insurrection était domptée. Le dernier *dacoit* fut pris en 1896.

Toutefois la pacification d'un pays n'est pas encore l'apaisement des esprits. L'apaisement est l'œuvre du temps. Les Anglais, experts en politique indigène, ne s'y trompent pas. Une colonne qui traverse un État, des fonctionnaires qui circulent parmi les villages, ce n'est pas cela qui déterminera une soumission durable. Il y faut — au moins provisoirement — joindre une force militaire à demeure. Aussi, soit sur la frontière de Chine, soit au cœur des États Shans, ont-ils élevé des forts capables de résistance (Chine : Sima ou fort Morton, Sadon ou fort Harrison; États Shans : fort Stedman), dont les communications avec le reste du pays sont assurées par des routes, des sentiers, l'héliographie, et bientôt, sur divers points (États Shans du Sud et du Nord), des chemins de fer; enfin, à l'intérieur de ces groupes d'États, une double police : police civile et police militaire.

§ 2. — La police civile et la police militaire.

La police civile est, en Birmanie comme dans l'Inde, organisée de la façon la plus intéressante (non pas parfaite). Je ne puis la décrire ici. Je me bornerai à dire qu'elle ne pénètre pas parmi les tribus des montagnes. Le montagnard n'aime pas les Birmans qui la composent. Il ne l'y tolère pas.

La police militaire a été très perfectionnée en Birmanie. Elle y a rendu des services, surtout durant la période de pacification, beaucoup plus que les troupes régulières. Elle-même est une armée. C'est elle qui fournit les garnisons des forts, les escortes des fonctionnaires, etc. Ses officiers sont tirés des régiments réguliers de l'Inde. Ils s'engagent dans la police militaire pour une période de deux à cinq années, quelquefois renouvelable, et retournent ensuite à leur corps. Les hommes sont recrutés sur place dans le pays. Toutefois on n'y admet pas les Birmans : ce sont tous Shans ou Karennis. On s'efforce d'y introduire quelques hommes de chaque Etat. Ce service, au début très impopulaire, est aujourd'hui recherché. Dans les États Shans du Nord, la police civile a trois stations centrales; la police militaire en a quatre. C'est environ une force de six cents hommes. Il faut peut-être doubler ce nombre pour avoir l'effectif total dans l'ensemble des États et tribus.

Sur un territoire de 260.000 kilomètres carrés, c'est peu. Mais l'Administration y supplée par sa vigilance et ses règlements. Chez les Kachins, par exemple, le *Deputy Commissioner* a de grands pouvoirs. Un homme est-il suspecté de vouloir troubler la paix publique? Le *Deputy Commissioner* peut lui demander de fournir caution de sa bonne conduite pendant trois ans, et, au besoin, l'expulser. Il peut aussi rendre le village collectivement responsable du désordre ou des crimes commis. Un buffle ou un cheval disparaît, des villageois se rendent à une fête en armes, deux villages se font la guerre, surtout après une tentative de conciliation : dans tous ces cas, le *Deputy*

Commissioner peut rendre le village collectivement responsable. Même la tribu : son attitude hostile au gouvernement, sa complicité établie avec des *dacoits*, des attaques contre une caravane de marchands, peuvent entraîner pour elle la privation de ses armes et des amendes, dont partie peut être versée aux victimes comme compensation, ce qui éteint toute action judiciaire. Enfin, un dernier argument, auquel on a recours, surtout quand une région tout entière est incriminée, est le blocus. C'est un procédé assez familier au Gouvernement de l'Inde : ici, on l'a employé, en 1903, contre les Piya Chins, dans les montagnes d'Arakan.

Au surplus, pour pacifier les esprits, on ne comptait pas seulement sur la force ou sur l'administration. On attendait davantage — paradoxale confiance — des méthodes pacifiques. J'ai déjà indiqué qu'on demandait des services économiques d'abord, politiques ensuite, aux travaux publics; je dois y ajouter l'hygiène.

Nombre de maladies désolent ces populations : la fièvre, la syphilis, la lèpre, la petite vérole, le goître et toutes sortes d'affections de la peau. Jusqu'ici, elles ne connaissent pas les médecins et se livrent aux pires empiriques. Les Anglais ouvrirent des dispensaires et quelques hôpitaux, parmi lesquels un hôpital ambulant, qui traite chaque année trois à quatre mille malades. Ils instituèrent des agents vaccinateurs, qui vont vacciner à domicile ceux-là seulement qui y consentent. Enfin ils imposent ou conseillent, suivant les cas, certaines pratiques d'hygiène, concernant l'emplacement des villages, le débroussaillement autour des postes, l'usage des latrines, etc.

Je n'ai pas besoin de dire qu'on témoigne le plus grand respect envers toutes les croyances. Chaque confession célèbre ses fêtes et chôme ses saints.

A Lashio, je me souviens que, durant mon séjour, les bureaux furent fermés les jours de pleine lune, pour que les clercs bouddhistes pussent aller prier au monastère voisin.

V. — Les instruments de cette politique.

Dans un pays comme celui qui nous occupe, que la nature a fragmenté et qu'habitent tant de populations différentes et ennemies, un conquérant sans expérience eût trouvé facile et naturel de se débarrasser de tous ces principicules impuissants et de faire passer partout le niveau de l'administration britannique. Les Anglais s'en sont bien gardés. C'eût été faire l'union de tous contre un. Ils étaient trop heureux de rencontrer des États organisés, rudiment et base des organisations futures, et maintinrent en place les chefs et, parmi eux, la hiérarchie traditionnelle.

§ 1. — Les chefs indigènes.

La seule innovation qu'ils se permirent fut, chez les Chins et les Kachins, la réduction du nombre des chefs. Ce ne sont pas là les chefs des États Shans, qui ont chacun leur État de dimensions respectables. Comme Chins et Kachins sont une démocratie, ils n'ont pas chez eux de ces personnages qui dominent sur un vaste territoire. Dans une même vallée, sur une même section de frontière, on compte les chefs par dizaines. Mais ils sont héréditairement investis de grands privilèges, propriétaires de terres qu'on cultive pour eux, titulaires d'une part dans les animaux sacrifiés. Pour ces raisons, il eût été risqué de les supprimer et incommode de les conserver tous. On imagina de faire parmi eux une sélection : ici, chez les Chins, on créa un *panchayat*, un Conseil supérieur des Anciens, auxquels les divers chefs de la même taille auraient à soumettre leurs différends; là, chez les Kachins, dont les chefs connaissent déjà une sorte de hiérarchie à deux degrés (*dewwa*, chef de village; *taunghok*, chef de *tract*), on composa, avec six de ces derniers, dûment appointés (30 et 40 roupies par mois), une sorte de tribunal, sans pouvoirs bien arrêtés, chargé de trancher les procès et d'arranger les querelles, sous le haut contrôle du fonctionnaire anglais.

Chez les Shans, on maintint l'antique hiérarchie des *Sawbwas*, *Myosas* et *Ngwekunhmus*, se réservant, à l'occasion de services rendus, de les élever de classe. Eux aussi sont des chefs héréditaires, par ordre de primogéniture, mais (quoiqu'ils soient bouddhistes ou animistes), selon la règle musulmane, le frère aîné du défunt étant préféré au fils. Peu actifs, voire paresseux, volontiers enclins à négliger les devoirs de leur charge, ils passent leur temps parmi leurs femmes. Ce sont de pauvres défenseurs de l'ordre. Ils jouent, — ce qui est parfois leur seule ressource, — pressurent les populations et souvent sont de connivence, peut-être même de compte à demi, avec les criminels, qu'ils soustraient aux recherches de la police. Cela leur vaut des amendes, comme leur passion de jeu a été cause d'un *gambling Act*, loi qui interdit le jeu.

D'ailleurs — on s'en doute — des ressources diminuées ne signifient pas pour eux des dépenses réduites. Tous ont des dettes, qu'ils s'efforcent de dissimuler aux Anglais. Car la sanction immédiate est l'amputation de leur liste civile. Cela ne les arrête pas. Les créanciers pourtant savent que les dettes contractées sans l'autorisation du Gouvernement sont nulles et qu'ils n'en pourront toucher

par grâce qu'une fraction dérisoire. Les prodigues trouvent toujours des prêteurs.

Cette contrainte, d'ailleurs, que la règle anglaise leur impose, a sa contre-partie : des honneurs, des droits reconnus et, au besoin, appuyés, etc. De temps à autre, un *Myosa* est promu *Sawbwa*; un Sawbwa se voit décerner le C. I. E. (le cordon de Commandeur dans l'ordre de l'Empire indien), ou l'honneur du salut de neuf coups de canon, ou encore la faveur d'accroître (de 2 à 10) le nombre d'hommes armés qu'il peut entretenir, ou d'améliorer la qualité des armes : au lieu de couteaux *dahs*), des lances; au lieu de lances, des fusils. Comme tous les hommes, ils sont sensibles à de telles distinctions.

Après cela, viennent des avantages plus substantiels. Le Gouvernement, à l'ordinaire, les soutient contre leurs rivaux, leur permet de désigner leur successeur, leur assure de la part de leurs peuples les redevances et services traditionnels, les constitue, sous certaines réserves, que je dirai, juges au civil et au criminel, etc. Tout cela est contenu dans un *Sanad* spécial. Celui de l'Etat de Kentung (que je prends entre plusieurs autres) renferme les stipulations suivantes :

Fixation du chiffre du tribut que l'Etat doit payer à la Province (de Birmanie), sauf à celle-ci à lui en faire remise pour tant d'années ;

Interdiction d'entretenir aucun rapport avec les autres Etats, sans l'autorisation du Gouvernement;

Cession au Gouvernement de l'Inde du droit de propriété sur toutes les forêts et les mines de l'Etat;

Respect des coutumes et des droits traditionnels de la population ;

Protection du commerce et entretien des voies de communication ;

Nomination d'un délégué du chef auprès du surintendant (agent des Anglais), si celui-ci le désire ;

En cas de disputes avec d'autres Etats, acceptation de l'arbitrage du surintendant ;

En cas de construction par le Gouvernement local de Birmanie d'un chemin de fer à travers l'Etat, obligation de céder les terrains nécessaires gratuitement, s'ils sont à l'Etat, moyennant indemnité, s'ils sont à des particuliers ;

Assujettissement de l'opium et des spiritueux importés de l'Etat en Birmanie à des droits égaux aux tarifs soit des douanes, soit d'*excise*;

Extradition des criminels réfugiés dans l'Etat accordée, et assistance prêtée aux fonctionnaires qui les poursuivent;

Limitation des droits de justice reconnus au chef de l'Etat, quand sont en cause des Européens, Américains ou fonctionnaires du Gouvernement.

On ne prétend point que ces obligations réciproques soient toutes respectées. Le Gouvernement sait à qui il a affaire et quand il convient d'insister. Ce sont là des précautions prises, dont il tire parti avec discernement. Au surplus, il s'efforce de faire avec le temps l'éducation de ses collaborateurs.

Les chefs titulaires, il les instruit, non par l'étude, mais par la vue des choses. Il les fait voyager par groupes, les envoie au loin par voie ferrée et a soin de ménager opportunément les arrêts et les spectacles. Le voyage s'interrompt à Mandalay et à Myingyan, où des troupes sont passées en revue. Il se poursuit jusqu'à Rangoon, où ils voient la mer, un port, une marine, un commerce. On veut qu'ils se rendent compte de la puissance britannique et de la petitesse de leur Etat, et qu'ils apprécient la civilisation matérielle de l'Europe. Ou encore on les fait assister, conduits par un cicerone habile, à quelque prodigieuse cérémonie, comme le Durbar de Delhi, en 1902, où ils virent des centaines de chefs, tous plus riches et plus puissants qu'eux, inclinés devant ce même Gouvernement auquel ils ont dû se soumettre. On ne se flatte pas qu'ils retirent d'un tel enseignement toutes les leçons qu'il comporte. Souvent, on s'aperçoit que ce qui les a frappés, c'est tel détail infime ou ridicule : dans un cirque, un chien sur un éléphant, etc. Peu importe : le spectacle agit et suggère à la longue des réflexions.

Ou encore, dans leur propre région, on réunit en un *durbar* le plus grand nombre possible de chefs de villages et on leur explique que, tous, ils sont astreints aux mêmes demandes, comme tous ont droit aux mêmes faveurs. L'égalité dans la soumission les console et les encourage.

Ce n'est pas tout : après l'éducation pratique des pères, l'éducation théorique des fils. Comme pour les princes des Indes, on a créé une école de fils de chefs. On avait songé à la placer à Rangoon, sous la tutelle de maîtres anglais : les parents semblèrent ne pas s'en soucier. On la mit à Taunggyi, capitale des Etats sud. Elle a été un succès imprévu. Les élèves aiment l'école plus que la maison paternelle ; ils demandent parfois à y rester durant les vacances. Ils étudient et profitent. On soigne leur corps autant que leur esprit: on les dresse aux différents sports, *football*, *cricket*, etc.; on leur enseigne le birman et l'anglais et, pour les futurs chefs, ce que doit savoir un fonctionnaire chargé de l'impôt et de la justice.

L'école, créée, en 1902, pour 50 élèves, a débuté avec 14. Elle en a eu successivement, en 1903, 63; en 1905, 73. Elle a eu d'abord deux professeurs; il lui a fallu en engager d'autres, et plus de serviteurs. Dès à présent, elle est trop petite. Elle reçoit non

seulement les fils de chefs, mais ceux des fonctionnaires et des Shans les plus importants. Et l'exemple a porté : de cinq ou six côtés, on réclame, pour d'autres catégories d'enfants, une école *anglo-vernacular*, c'est-à-dire le double enseignement de la langue locale et de l'anglais, langue impériale.

§ 2. — **Les fonctionnaires anglais.**

Voilà pour les chefs indigènes. Voici pour les fonctionnaires proprement dits. Ce sont des agents politiques, des *advisers* (conseillers), qu'on place près des chefs (*Sawbwas*). En principe, ils n'administrent pas; ils donnent des conseils. Mais, comme ces conseils ne sont pas exactement suivis, ils se voient souvent forcés de prendre en main la direction des affaires; ils ont soin alors de s'abriter derrière un homme du chef. Les apparences sont sauves.

Ces fonctionnaires ne sont, d'ailleurs, pas nombreux. On prétend administrer à si peu de frais qu'on tombe dans la parcimonie. Voici des années que le surintendant des États Shans (Sud) réclame un *adviser* près du Sawbwa de Yaunghwe, qui joue, vend la justice et pressure les populations : on le lui refuse. Les forêts, immenses, sont mal gardées. Le commerce du bois les guette et déjà y pénètre. Les tribus y pratiquent en liberté cette sorte de défrichement vagabond qu'on appelle *taunggya cultivation*, et qui, si boisé que soit le pays, risque d'en appauvrir à l'excès la richesse forestière : le Gouvernement local refuse des forestiers. Les travaux publics en ces régions sont rudimentaires. Encore est-il probable que les *advisers* manquent des connaissances pratiques pour construire des ponts; cela se voit à la facilité avec laquelle les inondations les emportent. On réclame des agents des travaux publics; on n'en peut obtenir du Gouvernement local.

J'ajoute que les quelques fonctionnaires qu'on a pu lui arracher, c'est trop peu de dire qu'ils sont ambulants, — c'est leur méthode et elle est excellente, — ils sont vagabonds. Pour les nécessités innombrables et imprévues d'un service trop pauvre en personnel, on les déplace fréquemment et à l'improviste. Or, rien ne peut davantage répugner aux indigènes et nuire à l'administration. L'Angleterre, l'Empire britannique, l'Inde, voire l'Empereur et le Vice-Roi, ce sont là, pour ces populations, des entités incomprises. Ce qu'ils comprennent, ce qu'ils aiment ou redoutent, c'est tel homme dont ils connaissent le visage et l'humeur, et en qui ils incarnent le Gouvernement. Le leur changer, ne fût-ce que tous les ans, c'est mettre à rude épreuve leur fidélité et, plus encore, leur patience. En même temps c'est décupler, pour le nouveau venu, la besogne et les difficultés. Un fonctionnaire des États Shans du Nord rend compte, dans un rapport public, qu'il n'a, sur des milliers de roupies, que 30 roupies d'arriéré à faire rentrer, et déclare que la levée de l'impôt lui est devenue fort aisée, depuis que les chefs de villages le connaissent : ils lui apportent spontanément leur dû. C'est le résultat heureux d'une influence personnelle née d'un long séjour. Le Gouvernement l'oublie trop. Au surplus, c'est là un reproche qui passe par-dessus le Gouvernement de Birmanie et atteint le Gouvernement de l'Inde.

Les fonctionnaires des États Shans ont des origines diverses. Aucun ne provient du célèbre *Civil Service*. L'un appartient au *Provincial Service* (de Birmanie), en principe réservé aux indigènes, mais qu'au début, lors de l'annexion de la Haute-Birmanie, on ouvrit à quelques Européens, spécialement qualifiés et choisis : il y a tel poste délicat, sur la frontière, parmi les tribus combattives, qu'on ne pouvait confier à des indigènes. L'autre sort de l'Inde. Il a demandé à passer, avec sa solde, dans le Service politique et il a été admis dans la *Burma Commission*. Il aime ce genre de vie. Il parle l'*hindoustani*, le *birman*, le *shan*, le *kachin* et un dialecte usité dans le district de Katha, le *maru*.

Tous, d'où qu'ils proviennent et à quelque service qu'ils doivent être d'abord affectés, sont tenus, dans les trois ans de leur nomination, de passer un examen portant sur le droit, l'impôt, le service de trésorerie et le birman (deux examens spéciaux). S'ils y échouent, ils seront licenciés et replacés dans leur précédent emploi. Mais ils sont avertis de cette éventualité et prennent leurs mesures pour y échapper. Et le Gouvernement local, quand il est satisfait de leurs services, a intérêt à se les attacher et les aide, en leur assignant un poste où l'étude de telle partie du programme leur soit facilitée.

Nul autre qu'un Européen ne peut être nommé *adviser*. Les indigènes de chaque région naturellement peuvent entrer au service de leur maître. Mais, là où les races sont mêlées, l'autorité n'est confiée qu'à un Européen. Le meilleur fonctionnaire birman ne sera pas placé dans un État Shan ou dans une tribu Kachin; le meilleur fonctionnaire shan ne pourra pas, même dans l'État auquel il appartient, être mis à la tête d'un district qu'habitent des Kachins. On ne veut pas donner prétexte à des luttes de nationalités. Le Birman méprise le Shan ou le Kachin comme barbare; le Kachin malmène le Birman comme poltron.

Les fonctionnaires européens des États et des tribus de la frontière birmane ne sont pas démesurément payés. Voici quelques chiffres pour les États Shans du Nord. Le surintendant, qui a autorité sur l'ensemble et réside à Lashio (État de Hsen-

wi du Nord), reçoit 16.200 roupies (à 1,65 ou plutôt 1,85 la roupie); il a sous ses ordres, l'*Assistant Commissioner*, qui réside dans l'État de Hsipaw, à 8.400 roupies, deux *Extra-assistant Commissioners*, chacun à 6.000 roupies, et enfin deux *Assistant political Officers*, à 5.340 roupies. A quoi il faut ajouter quelques menus frais supplémentaires.

Dans les tribus Kachins, proches de la frontière de Chine, qui relèvent des districts de Myitkyina et de Bhamo, l'organisation est différente. Ces districts sont à la fois pays de plaines, qu'habitent des Birmans, et de montagnes, qu'habitent des Kachins. A la tête de chacun d'eux est un *Deputy Commissioner*, recruté comme sont tous les autres *Deputy Commissioners* (l'un est membre du *Civil Service*), mais choisi pour ces postes à cause d'aptitudes particulières (connaissance des langues, des mœurs, etc.). Sous leurs ordres, pour administrer les tribus des montagnes, sont des *Civil Officers*. Ceux-ci non plus n'ont pas une origine spéciale. Ils proviennent du *Provincial Service* de Birmanie et ont été (comme les *Deputy Commissioners*) choisis, ordinairement sur leur demande, et à cause de certaines qualifications (services rendus, caractère, manières, etc.). Ils sont âgés d'environ trente ans et célibataires. S'ils venaient à se marier, il leur faudrait rentrer dans le *Provincial Service*. Ils gagnent 300 roupies par mois, plus 100 roupies pour parer à certaines dépenses spéciales et 10 roupies par jour pour frais de voyages. Ils ont comme perspective suprême le grade d'*Extra-assistant Commissioner*, au traitement de 800 roupies par mois. Ce qui les a attirés vers ce service, c'est leur humeur, leur goût d'une vie aventureuse, et aussi les occasions de se distinguer et de mériter de l'avancement, des décorations, etc.

Le premier devoir de ces fonctionnaires est d'apprendre à connaître les populations qui leur sont confiées. Cela est d'une importance capitale. Exemple : les Kachins sont très portés à vivre en toutes petites sociétés, en clans minuscules. Ce point était, au début, ignoré. Dès qu'on le connut, on décida de dissoudre les cercles qui contenaient des Kachins de tribus différentes et d'en reconstituer de moindres, à raison d'un cercle par groupe de la même tribu. Au contraire, les Shans et les Palaungs s'accommodent de vivre tous ensemble. On peut constituer des villages composés des uns et des autres, sous un chef indifféremment d'une ou d'autre origine.

Puis ce sont les langues : la variété des dialectes shins ou chans. Quoique de la même famille, ils sont presque incompréhensibles les uns aux autres. Le shan s'écrit en six caractères différents, et il semble que les plus éloignés s'entendent mieux que les plus proches. Le kachin jusqu'ici ne s'écrit pas. On y a, tant bien que mal, adapté les caractères romains. Pour encourager les fonctionnaires à apprendre ces langues, on leur offre des primes : 1.000 roupies après l'examen passé, et, en outre, aux militaires, 50 roupies d'augmentation de solde par mois.

En sus de quoi vient la besogne administrative. On leur donne des instructions générales et on s'en rapporte à eux pour le détail et l'application.

Un procédé administratif, usité par toute l'Inde, est ce qu'on appelle le *tour*. Tous les fonctionnaires, grands ou petits, à quelque service qu'ils appartiennent : administration proprement dite, impôts, travaux publics, etc., sont tenus de circuler à travers leur circonscription, chaque année un nombre de mois qui varie avec la saison, la durée des pluies, et l'étendue du territoire. Et ce n'est pas une série de voyages précipités, du centre à un point quelconque, pour revenir au centre, où la besogne attend et presse ; ce sont des déplacements lents et prolongés du fonctionnaire, suivi de quelques-uns de ses agents. Durant chaque tour, il est relié au centre et tout ensemble expédie la besogne courante et, sur place, voit les lieux, connaît les gens, solutionne les affaires en cours, contrôle la gestion des agents locaux, et donne des directions pour l'avenir. Naturellement, ce procédé est recommandé aux *Political Officers* des Etats Shans. Il exige, on le conçoit, surtout dans des pays où les communications sont lentes, qu'au moins un agent subordonné demeure au centre. Or, souvent le *Political Officer* est seul ; il lui est alors impossible de profiter d'un moyen si efficace d'entrer en rapports avec la population. Il y a là un vice de méthode ou plutôt un parti pris d'économies qui serait ridicule, si ce n'était un système : le Gouvernement de l'Inde et même celui de Birmanie estiment que ces pays neufs peuvent attendre et qu'il importe, dans l'immensité de l'Empire, de distribuer les crédits là où l'emploi en sera le plus fécond. Un bon fonctionnaire profite du *tour* pour lever la carte des régions traversées, délimiter les villages en vue de l'impôt foncier, vérifier l'état des routes, lever le tribut promis, estampiller les fusils autorisés, contrôler la valeur des mentions inscrites sur ses registres, etc.

Dans les deux districts de Bhamo et de Myitkyina, le *Deputy Commissioner* n'a pas à faire de *tour* dans ses montagnes. Il a pour cela ses *Civil Officers*. Lui, va les visiter seulement à leur quartier général. Son rôle est de contrôler leur besogne, de vérifier leur *diary* chaque semaine ou chaque mois, de recevoir appel de leurs sentences ou de les vérifier ; au besoin, de les évoquer spontanément, si l'affaire lui paraît intéressante, etc.

En somme, théoriquement toujours, et souvent

en pratique, l'administrateur anglais se tient très près des populations qu'il administre, — voilà pour la connaissance des hommes et des choses, — et est constamment soumis au contrôle de son supérieur; — voilà pour le rappel à la discipline, à la morale, à la civilisation.

VI. — Méthodes et procédés : Loi et justice.

J'ai déjà dit, mais je ne saurais trop redire, que les Anglais montrent partout un extraordinaire souci de la légalité. Leurs sentences ne sont peut-être pas plus voisines de la justice idéale que les nôtres ; mais quand le juge anglais rend un jugement critiquable, ce n'est pas, au moins, parce qu'on l'avait laissé sans textes et sans directions, en plein arbitraire. Et le justiciable ne peut accuser le Gouvernement ni de légèreté ni d'indifférence, encore moins d'injustice préconçue. Il a fait des lois et donné des juges.

Nulle part ce souci n'apparaît mieux que dans ces régions, on n'ose dire barbares, que sont les Etats Shans et les montagnes des Chins et des Kachins. Qui étudie leur condition politique, les premiers documents qu'il rencontre, ce sont des textes concernant la loi et la justice.

§ 1. — La spécialité des lois.

Le Gouvernement de l'Inde : 1° a formulé des lois précises : *Kachins Regulations*, *Shan States Regulations*, *Chin Hills Regulations*; 2° a institué des juges, qui ne sont sans doute pas dignes de siéger à la Cour de Cassation ou au Banc du Roi, mais qui présentent cependant de réelles garanties : tout fonctionnaire qui peut être, par suite des nécessités de service, exposé à siéger comme juge, a dû passer *sur place* (en Birmanie) un examen sur le droit; 3° a prévu le droit d'appeler devant des juridictions suivies; 4° a réservé certaines affaires plus délicates à la connaissance de juges plus qualifiés.

J'insiste sur le premier point, qui est digne d'attention. L'idée n'est pas venue au Gouvernement de l'Inde qu'on pût appliquer à ces pays neufs la loi anglaise, ni même la loi de l'Inde, qui est pourtant récente et faite spécialement pour l'Inde; ni même une loi semblable à celle de l'Inde ; ni même une loi qui serait commune à tous les États Shans, tribus Chins, Kachins, etc., ou commune seulement à toutes les parties d'un même Etat. Non, il a cru nécessaire de faire, et il a fait des lois spéciales pour cette partie de l'Empire de l'Inde et pour les diverses parties de cette partie.

Les Etats Shans (et les autres régions montagneuses de la frontière) ont, aux termes d'une loi célèbre (Vict. 33, c. 3), été, par une décision de 1886, déclarés *scheduled districts* et, par conséquent, échappent à l'action de toute loi qui ne leur aura pas été spécialement déclarée applicable par le Gouvernement local, avec l'autorisation ou la sanction du Gouvernement de l'Inde. On a donc, à l'usage des Etats Shans, ou bien extrait certains textes de la législation en vigueur dans des territoires similaires de l'Inde, ou bien fait des lois particulières. De plus, comme certaines portions de ces Etats, les capitales, par exemple, se trouvent, par suite de circonstances que tout le monde devine, passablement en avance sur le reste du territoire, on leur a spécialement appliqué certaines lois, qui ne conviendront que beaucoup plus tard à l'ensemble de la région.

Ce n'est pas tout. On eût pu croire que ce qui était bon pour les États Shans l'était, naturellement, aussi pour les Kachins. Les Kachins sont en retard sur les Shans. Ils forment donc, aux termes de Vict. 33, c. 3, un *scheduled district* distinct. Et quand il s'en trouve — ce qui est fréquent — égarés dans les États Shans, c'est leur législation propre qu'on leur applique, la *Kachin Hill Regulation*, et non pas la *Shan States Regulation*. Au fur et à mesure que le temps amène des progrès, la première législation cède la place à d'autres, mieux appropriées aux circonstances nouvelles. Mais, comme ces populations n'ont pas nécessairement marché toutes du même pas, on légifère à nouveau et à des dates distinctes pour chacune d'elles, en particulier : en 1895 et en 1902 pour les Kachins; en 1896, pour les Chins; en 1889, 1890, 1901, pour les Shans, etc.

Ce ne sont pas, on s'en doute, des lois compliquées. Elles concernent d'importantes questions : l'esclavage, les crimes commis envers l'État, les délits forestiers, les preuves, les peines, la procédure, l'exécution des condamnations à mort et les conditions auxquelles elle est subordonnée, etc. Tout cela est court et, autant que possible, clair. On guide le juge par la main et pas à pas. « Voici ce que c'est qu'un meurtre, et voici quels éléments il y faut rencontrer réunis : l'intention, l'intention méchante et la volonté. Quand l'un des trois éléments ne se rencontre pas, il n'y a pas meurtre. » Et cela était utile à dire parce que, dans la coutume locale (que modifie cette loi, de 1890), l'intention n'est pas un élément constitutif du crime de meurtre.

Et ce sont des lois humaines et prudentes. Humaines, les lois pénales qui cherchent — élément nouveau pour ces peuples — à proportionner les peines aux délits. Prudentes, les lois civiles, qui pour les matières délicates, dans les questions qui touchent à la religion, à la succession, au mariage, déclarent s'effacer derrière celle de la religion des parties (hindoue, bouddhiste, musul-

mane). Elles vont même jusqu'à dessaisir les juges ordinaires, pour en saisir de plus élevés, qui présentent plus de garanties; et encore leur enjoignent-elles de s'entourer d'assesseurs indigènes, dont ils devront prendre l'avis, sans être toutefois tenus de le suivre.

§ 2. — **La Justice civile et la Justice criminelle.**

Dans toutes ces régions, la population est encore sauvage. Elle a peu de scrupules sur le moyen de se procurer ce qu'elle veut : tantôt le bien d'autrui, tantôt la vie d'autrui. Les crimes y sont fréquents : contrebande, fausse monnaie, rupture et vol des fils télégraphiques, vol de bétail, meurtres, attaques à main armée, dacoitisme ou *raids* dans le but de piller ou de faire des esclaves, et même, bien qu'on n'en ait pas de preuves certaines, suppression des enfants naturels. Les crimes que la loi qualifie de violents : dacoitisme, meurtre, vol à main armée, doivent être immédiatement portés à la connaissance du *Political Officer*. Ce n'est pas qu'on redoute quoi que ce soit qui ressemble à un soulèvement. Mais les fonctionnaires indigènes sont indolents, quelquefois lâches devant le crime. Ils se contenteraient volontiers de fermer les yeux : le *Political Officer* les encourage ou les oblige à poursuivre.

Dans les États Shans, la justice civile et criminelle est organisée de façon rudimentaire, comme il convient, avec le minimum nécessaire et suffisant de garanties. Les juges sont les mêmes, dans les deux cas. Ce sont, en première instance, pour les affaires ou les crimes les plus considérables, le chef de l'État (ou plus exactement son délégué spécial, car, lui, ne siège jamais), et pour les autres ses fonctionnaires. En appel, c'est tantôt l'agent politique de l'État, tantôt son supérieur, le surintendant du groupe d'États.

En principe, le chef de l'État a qualité pour juger ses propres sujets. Mais c'est l'agent politique qui devient compétent quand les intéressés sont des Birmans, des Indiens, des Chinois, des membres d'une tribu autre que celle du chef; ou encore quand ses sujets le récusent pour causes (spécifiées par la loi) de suspicion légitime. Aux Européens sont assurées de plus grandes garanties.

C'est à propos des Kachins que les scrupules judiciaires des Anglais ont été portés le plus loin. Comme il y a trois variétés de Kachins (suivant le lieu où ils résident), il y a aussi trois organisations distinctes de la justice criminelle. On ne peut songer à en exposer ici les différences. Voici le système qui prévaut dans les montagnes qui relèvent de Myitkyina. Les simples délits sont jugés par les chefs de villages, qui appliquent les coutumes locales; l'injure, la violence, le tort causé au bétail, le vol, l'adultère, par les fonctionnaires civils; enfin le vol de bétail, le meurtre, le dacoitisme, devant le *Deputy Commissioner*, conformément au Code pénal. Les condamnations à mort ne deviennent définitives qu'après confirmation par le *Commissaire* de la division. Les appels sont portés, suivant les cas, devant le fonctionnaire civil, le *Deputy Commissioner* ou le Commissaire lui-même.

VII. — Politique économique, Agriculture et Commerce; Travaux publics; Finances.

Les Anglais devaient se heurter et se sont heurtés aux obstacles prévus. Les populations indigènes avaient leurs coutumes et leurs méthodes séculaires. Le conquérant occidental survient : il prêche une morale et impose une conduite qui vont bouleverser la vie économique. Soit; mais comment indemniser ceux que l'on ruine?

§ 1. — **La révolution économique.**

Les Chins, par exemple, avaient deux moyens de s'enrichir : enlever du bétail et faire des esclaves. L'un et l'autre sont désormais interdits. Comment vivre désormais? Et de quoi vivre? Du commerce? de l'agriculture? Il se passera du temps avant que l'agriculture leur agrée et que le commerce les enrichisse. Le Gouvernement s'évertue : il introduit des cultures nouvelles; il recommande la pomme de terre; il indique les usages du cachou, etc. Le goût du travail se répand. Ceux qu'on pillait et ceux qui pillaient concourent maintenant à la production. Et voici que les Chins exportent des nattes (qu'ils fabriquent), de la cire, des feuilles de maïs et importent du riz, du sel, du bétail, des *gongs*.

Les Kachins fréquentent volontiers le marché de Mogaung et de Myitkyina. Ils y vendent des légumes et des graines qu'ils cultivent, du riz, du sésame, ou les produits spontanés de la forêt : cire, caoutchouc, etc. Ils ont d'ailleurs peu à vendre. Leurs procédés de culture sont rudimentaires. Ils en sont à ce qu'on appelle en Birmanie *Taunggya cultivation*. En janvier, ils coupent la jungle (la forêt naturelle), là où elle est la plus épaisse, et quand elle est sèche, à la fin de mars, au début d'avril, ils la brûlent. La terre se couvre d'un lit épais de cendres : c'est là-dessus qu'ils sèment. Qu'en obtiendront-ils? Cela dépend de la pluie et des orages. Ils n'auront de récolte que si la pluie a été abondante et opportune, et si l'orage n'a pas entraîné et dispersé les cendres sur le flanc de la montagne. D'ailleurs, à tout événement, récolte misérable : quelques épis par-ci par-là, juste de quoi ne pas

mourir de faim. L'année d'après, les arbres que le feu a touchés meurent (mince perte, le bois y est de mauvaise qualité), et la jungle jaillit de plus belle du sol engraissé par les cendres.

Pour que le Kachin pût vivre de l'agriculture, il lui faudrait descendre dans la plaine et s'y fixer. Il en est tenté quelquefois. De la montagne, il voit le Shan ou le Birman qui laboure, sème et récolte à point nommé. Cela le tente : lui aussi sera laboureur. Il achète des *bullocks* (une paire de bœufs) et se met au travail. A quelque temps de là, s'il sent quelque malaise, il fait venir le prêtre (c'est le conseiller de tous les jours), qui lui tire son horoscope : « Les esprits (*nats*) sont mécontents, déclare-t-il. Tu ne les apaiseras qu'avec le sang d'un *bullock*. » Il se soumet, tue son bœuf, et le voilà ruiné à demi. A quelque temps de là, nouvel embarras, nouvelle consultation : même sentence et même sacrifice. Les bœufs sont morts; la charrue reste inutile; le Kachin en est réduit à ne plus cultiver que par des procédés primitifs. De nouveau, le voici en danger de mourir de faim. La plaine ne lui a pas été plus favorable que la montagne. Et cependant, là où le sort l'a placé, il ne peut vivre que de la terre et s'enrichir que par l'agriculture. Mais il faut que d'abord l'éducation et l'exemple des Anglais et des Birmans l'aient émancipé de cette absurde religion animiste. Question de temps.

Dans leurs transactions, ils connaissent l'usage de la monnaie : ce n'est pas nécessairement la roupie; ce peut être un lingot d'argent ou un poids donné d'opium. Ils sont à mille lieues d'imaginer que, depuis vingt ans et plus, l'argent ait pu baisser et que la roupie, qui jadis valait 2 shillings (2 fr. 50 à peu près), ne vaille plus que 1 shilling 4 pence (1 fr. 65).

Les Shans aussi sont des agriculteurs. Ce sont surtout de grands caravaniers. A pied, à cheval, à mulet, ils vont partout. On les rencontre sur les deux rives de la Salween; chaque groupe de transporteurs a son territoire réservé. Hommes de la terre, ils récoltent du riz, du coton, du thé que l'on confit, et de l'opium; ils élèvent de ces bœufs porteurs et de ces poneys qu'utiliseront les caravanes. Hommes du trafic, ils exportent du thé séché, du *pickled tea*, des peaux, des cornes, du sucre brut, des pommes de terre, des laques, du tabac en feuilles (pour envelopper les cigares), et importent du coton, de la soie, des filés, des salaisons, du bétel, du cuivre, du pétrole. C'est un commerce qui se fait avec le Yunnan, le Siam et la Birmanie. On fait tout pour le développer. On a ouvert le chemin de fer de Lashio à Mandalay (fragment inachevé de la fameuse voie sur le Yunnan, par Kunlon Ferry). On a supprimé certains impôts intérieurs. On a accordé aux marchandises qui transitent, à travers la Birmanie, vers la Chine un *drawback* (restitué à Bhamo) des 7/8 sur les droits du tarif de douanes, et même à l'opium le droit de passer sous plombs. Sur les routes commerciales qui conduisent en Chine, on a réglementé le trafic et assuré la sécurité des caravanes, en levant sur les marchandises des droits, qu'on répartit entre les divers chefs, pour leur tenir lieu de ceux qu'ils levaient eux-mêmes. Jusqu'ici, ces mesures ingénieuses n'ont pas sensiblement accru le trafic.

On cherche enfin à tirer parti de la richesse que sont les forêts, cela surtout dans les États Shans du Sud. On a érigé une division forestière, constitué des réserves et fermé entièrement certaines régions à l'exploitation et au trafic. Le Gouvernement britannique s'est déclaré propriétaire, à partir de 1901, de tout le bois qui proviendra des forêts. Rien ne peut sortir sans son approbation. Il marque les arbres à abattre, consent des baux, estampille les billes autorisées, etc. Les prix qu'il obtient varient de 4 à 6 ou 7 roupies et même jusqu'à 10 roupies par bille. Quand, dans une forêt, l'exploitation a abattu le nombre de billes déterminé, la forêt est alors fermée pour une période. Malheureusement, les fonctionnaires forestiers sont trop peu nombreux. Le Gouvernement ne suffit pas à défendre son bien. Bien entendu, dans les parties reculées, comme les Karennis, il n'en est pas question; il s'y pratique une exploitation qui est un gaspillage. Mais au cœur même du groupe, en plein État Shan, les fraudes ne sont pas facilement réprimées. C'est un chef (*Sawba*) qui exporte du teck sans autorisation; on le frappe, s'il est pris, d'amende de 10 à 15.000 roupies. Ce sont sur les billes des marques qu'on altère ou qu'on appose frauduleusement, c'est le bois de teck qu'on vend avant maturité, etc. Malgré ces détournements, les recettes augmentent. Il y a quinze ans, les forêts des États Shans du Sud rapportaient quelque 33.000 roupies. Elles en ont rapporté, en 1902-3, 121.000, avec des dépenses qui n'étaient que de moitié. Ces chiffres grossiront.

On compte sur d'autres ressources encore : du charbon, ou plutôt du lignite, des mines de cuivre et de plomb, certains produits tinctoriaux naturels abondants, enfin sur une agriculture développée et mieux conduite. Il n'est pas douteux que, dès à présent, les tribus et États ne soient plus prospères qu'avant la venue des Anglais. Peut-être même sont-ils plus heureux.

§ 2. — Les travaux publics.

Il n'est personne aujourd'hui qui ne sache l'influence des travaux publics sur la paix et la prospérité des possessions. A cet égard, les Français

ont réalisé en vingt ans de gigantesques progrès. Leur politique, notamment dans l'Afrique du Nord et Occidentale, est un modèle. Les Anglais, qui, en ces régions, s'en inspirent, ont, en Inde, donné des exemples, qu'ils ne pouvaient se dispenser de suivre dans les États Shans et les tribus incivilisées de Birmanie. A peine y furent-ils établis qu'ils se mirent à construire des lignes télégraphiques, à percer des routes : sentiers muletiers ou routes carrossables; à jeter des ponts; à élargir les pistes et à les empierrer, etc. Des voies nouvelles et pratiques furent ouvertes des États Shans du Sud à ceux du Nord et, de tous, à la Birmanie. Et partout, à mesure que ces travaux s'exécutaient, on constatait qu'il s'ensuivait un développement du trafic.

C'est en Birmanie une habitude administrative excellente de dresser, pour chaque district, un programme de routes et de chemins. Tous les deux ou trois ans, on le revise, et l'on pense ainsi assurer la continuité du plan. Malheureusement, ces programmes demeurent trop souvent sur le papier. L'argent fait défaut, l'exécution est ajournée, les hommes changent et les conceptions se modifient. Le programme, qui fut originairement dressé pour les Kachins du district de Myitkyina, était vaste. Il ne fut réalisé que pour partie. Même cette partie est considérable. Les routes qu'on y a ouvertes sont revenues en moyenne à 3.000 roupies le mille, ponts inclus. Elles ne mesurent que 7 pieds de largeur, et ne sont pas empierrées. Le terrain n'a rien coûté.

Dans des régions où le personnel est si restreint, les agents techniques font presque entièrement défaut. Ce sont trop souvent les fonctionnaires de l'ordre politique et administratif qui jouent le rôle d'ingénieurs. Ils font les alignements, déterminent les niveaux, et remettent l'exécution à des employés indigènes. Les ponts ont été ordinairement confiés à des charpentiers de Mandalay. La plupart sont très courts : 4 à 6 mètres; mais quelques-uns en ont 100 à 200 : pour ceux-ci, on avait songé à faire venir des ingénieurs européens; comme ils eussent coûté trop cher, on les a confiés à des charpentiers birmans, sous la surveillance d'agents indigènes des travaux publics.

Après les routes, les chemins de fer. Dans les États Shans, il y en a un, il y en aura bientôt deux : le premier jusqu'ici s'arrête à Lashio et relie les États du Nord à Mandalay; le second se détachera du grand tronc Rangoon-Mandalay et ira jusqu'à Taunggyi, capitale des États du Sud. Quant aux Kachins, leurs centres principaux : Katha, Myitkyina, Bhamo, sont déjà reliés au reste du monde, soit par la voie ferrée, soit par l'Iraouaddy, qui, l'un et l'autre, descendent jusqu'à Rangoon.

Un procédé où les Anglais aux Indes sont passés maîtres, l'irrigation, n'a été jusqu'ici que rarement utilisé dans ces régions. Le pays s'y prêterait et les frais seraient restreints, mais les habitants ne réclament pas encore ce genre de travaux. Tout au plus y peut-on compter deux ou trois douzaines de barrages fort modestes en travers d'un courant.

Ces divers travaux, le Gouvernement s'efforce de les faire entreprendre et payer par les chefs de chaque Etat. Pour les y encourager, il leur fait spontanément remise du tribut annuel qu'ils doivent lui verser. C'est un argument qui a sa valeur, et un procédé qui a son efficacité. Aux divers Etats du Sud, on a ainsi remis des sommes annuelles qui s'élèvent à quelque 40.000 roupies. L'agent politique de chaque État a l'ordre d'offrir au chef de ces remises de tribut. L'argent ainsi obtenu est ou dépensé dans l'année ou mis de côté — non sans tentation pour le chef ni péril pour le Trésor, — jusqu'à ce qu'il ait atteint le total exigé par les devis de quelque travail important : tel le pont de l'Etat de Hsipaw, qui coûta 200.000 roupies. Les chefs qui ne veulent pas se plier à cette politique de travaux publics n'y gagnent rien : le Gouvernement lève sur eux l'intégrité du tribut.

Des travaux publics, même modestes, sont, en ces régions, des entreprises malaisées. Au début, quand les routes manquent encore, tous les matériaux doivent être transportés à dos d'homme. Ce qui en Europe exigerait une voiture et deux chevaux est la charge de 100 coolies. Chez les Chins, au début de l'occupation (1890-1891), le commissariat (intendance) en réquisitionnait 30.000, et les travaux publics, 50.000. Le recrutement n'en est pas trop difficile, dès qu'ils sont assurés d'être bien traités et payés équitablement. Les salaires varient d'un point à l'autre : 6 à 12 annas par jour; la moyenne semble être 8 annas (environ 80 centimes). Ailleurs, chez les Kachins, ils travaillent quelquefois à la tâche, ou encore moyennant des remises d'impôt. On obtient d'eux maintenant presque autant de main-d'œuvre qu'on en réclame. Ils ont compris : l'avenir impose la régularité du travail et du commerce. Fini de se ruer de la montagne sur la plaine : « Donne ce que tu as; tant de corbeilles de riz, tant de piment, de l'huile, des bœufs ». Et vite, tout ce butin à la montagne. Aujourd'hui, les routes ouvrent les retraites jadis inaccessibles; la police prévient ou punit. Le temps du pillage est passé. Pour vivre, il faut produire et vendre. Et ils se résignent à travailler aux routes.

Il arrive, rarement, que l'habitant refuse le travail, parce qu'il est ici paresseux et riche, là, paresseux et sans besoins. On doit alors tirer la main-d'œuvre de l'Inde, de l'Assam : des *Uryas* ou autres.

Mais c'est l'exception. Elle tend même à disparaître. La loi du travail triomphe partout où le fruit du travail est protégé.

§ 3. — **Les Finances.**

Les finances des Etats sont ce qu'est leur condition économique. Dans les Etats et tribus de Birmanie, on ignorait jusqu'à hier ce qu'est un budget. Le chef levait l'impôt coutumier, pressurant ses sujets, s'il le pouvait, et tout le produit de l'impôt tombait dans sa bourse. Les Anglais ont tâché d'introduire là quelques règles salutaires. Ils ont aboli les impôts qui vexent le contribuable ou empêchent la création de la richesse, déterminé un emploi raisonnable des sommes levées et sagement limité la liste civile du chef. En particulier, ils ont partout exigé un tribut (en moyenne de 20 à 30 °/₀ du total), qui fût à la fois un signe extérieur de leur souveraineté et un capital soustrait au gaspillage du prince.

Les impôts varient d'Etat à Etat, ou plutôt de population à population, mais peu ; ce sont presque partout des droits d'*excise* ou de licence sur les liqueurs et quelques produits des forêts ou des mines; des *kadaws* coutumiers, sorte de centimes additionnels, et le *household tax*. Cet *household tax* a deux aspects : ici, il est une taxe sur la famille, quel que soit le nombre de huttes qu'elle habite; là, une taxe sur l'habitation, quel que soit le nombre de familles qu'elle abrite. Chez les Shans et chez les Kachins de Bhamo, c'est une taxe sur la famille ; chez les Chins et les Kachins de Myitkyina, une taxe sur l'habitation. Le taux en est variable, suivant la richesse du pays; chez les Kachins, 2/8 (2 roupies 8 annas) à l'est de l'Irawaddy, et 5 à l'ouest; chez les Chins, 2 ou 3 roupies. Partout, le produit en est toujours infime : 200.000 roupies chez les Kachins de Myitkyina, 55.000 chez les Chins.

Et les Anglais, si désireux qu'ils soient d'accroître le rendement de l'impôt, prennent, doivent prendre certaines mesures qui le retardent. Ils suppriment, par exemple, les droits de péage sur les routes, et de ce chef, voilà pour le seul Etat de Hsipaw 7.000 roupies de recettes en moins. Ils suppriment les douanes, interdisent le *likin* et veillent, autant qu'ils peuvent, à ce que les chefs ne rétablissent pas indûment ces impôts supprimés.

Pour ces raisons, le tribut exigé du chef ne saurait être bien élevé. J'ai déjà cité quelques chiffres à titre d'exemple. Chez les Shans de Myelat (pour quinze Etats), il était de 50.000 roupies en 1902-1903; il a été, pour la période 1905-1907, fixé à 62.850 roupies. On n'ose pas l'accroître davantage. Les habitants sont pauvres. Ils importent beaucoup plus qu'ils n'exportent; l'argent sort de leur pays. Elever davantage le tribut amènerait les habitants à se priver de poisson salé, de bétel, de parapluie, d'étoffes de soie, etc. L'ensemble des États Shans du Sud (dont ceux de Myelat font partie) a payé, depuis vingt ans, un tribut qui n'est pas toujours allé en augmentant. En 1887, tout au commencement de l'occupation, on en avait fixé le chiffre, arbitrairement et sans base d'évaluation sérieuse, à 315.000 roupies. Mais il fallut en rabattre. Dès 1888, on le ramena à 161.000. Dix ans plus tard, en 1897, il n'était encore que de 205. 100 roupies (y compris les 5.000 roupies que paient les Etats d'au delà de la Salween). En 1902-1903, le gouvernement local, escomptant les résultats du chemin de fer projeté qui devait relier les Etats Shans du Sud au grand tronc de Birmanie, a relevé ces chiffres de 20 à 30 °/₀. C'était excessif. Le chemin de fer n'a pas été sanctionné par le Gouvernement de l'Inde; l'enrichissement prévu ne s'est pas produit, en sorte que le tribut est lourd et se paie difficilement.

Les États Shans du Nord, beaucoup moins nombreux, sont plus importants; leur tribut est relativement élevé. Un d'entre eux jusqu'ici ne paie rien, Manglun; le Gouvernement s'est laissé tromper par le *Sawbwa*, qui a prétexté des dépenses de postes-frontières, lesquels n'ont jamais existé. Les quatre autres paient entre eux (période de 1897 à 1902) 86.000 roupies, et (période de 1903 à 1907) 130.500 roupies. Ce n'est pas là toutefois la somme qui entre dans les coffres du Gouvernement. Partout il y a de l'*impayé*, 7 à 8.000 roupies dans les États du Sud, 15 à 20.000 dans ceux du Nord. De plus, le Gouvernement fait aux chefs — je l'ai déjà dit — remise d'une forte fraction du tribut, à la condition que la somme en soit affectée à des travaux publics.

La plupart de ces États-tribus coûtent au Gouvernement de Birmanie. Certains États, comme celui de Momeit, certaines tribus, comme les Kachins, ont des recettes égales ou supérieures à leurs dépenses. Les autres, États Shans du Sud et du Nord, tribus Chins, ne font pas leurs frais. Le Gouvernement ne s'en inquiète pas outre mesure. Il dépense ce qu'il juge utile dans les États Shans à l'avenir desquels il croit; ailleurs, il laisse faire le temps.

VIII. — Résultats et progrès.

En tout pays, après vingt années à peine, il serait difficile de mesurer le progrès. Ce l'est davantage dans celui-ci, où les Anglais sont loin d'avoir appliqué tout leur effort, et n'ont attaché que peu de personnel et consacré que peu d'argent à le développer. Et toutefois, même au bout d'une si

brève période, on constate que quelque chose a été changé et dans le pays et dans ceux qui l'habitent. Bien entendu, il importe, pour être équitable, de distinguer entre les lieux et les races, et de ne pas comparer certains États très peuplés et presque civilisés, comme celui de Hsipaw, aux Was encore impénétrés et qui en sont jusqu'ici à la guerre habituelle.

Un premier résultat a été d'imposer à l'esprit des populations la notion de ce qu'est le Gouvernement anglais. Pendant des années, ils en ignoraient tout. Sa puissance d'abord. Le chef de l'État de Wuntho, quand il vit les affaires se gâter dans l'État de Momeit, en augurait que cette diversion allait le tirer d'embarras. Il souleva son peuple et fut détrôné. Les populations des Chin-Hills eurent affaire à deux colonnes anglo-indiennes, l'une venue de Birmanie et l'autre du Bengale. Elles crurent que c'étaient là deux tribus, momentanément alliées contre eux, mais dont l'alliance, évidemment passagère, ne devait pas les inquiéter. Et ils ne crurent pas (peut-être ne croient-ils pas encore) à une occupation permanente. Durant des siècles, ils avaient vécu de *raids* sur les villages birmans, et dans le mépris de cette Puissance qui n'avait jamais pu les réduire. Les nouveaux venus ne le pourraient pas davantage. Aujourd'hui cette opinion doit être autre.

Au surplus, dès le premier jour, ils ont témoigné n'avoir contre les Anglais ou leurs sujets anglo-indiens aucune haine de race ou de religion. Ils se mêlaient aux cipayes; ils ne semblaient pas être entièrement réfractaires à l'action d'un bon gouvernement. Ils sont devenus moins méfiants, moins soupçonneux. Ils constatent qu'à la présence des Anglais, ils ont gagné plus de sécurité et plus de facilités à faire le commerce. C'est là aussi le sentiment des Shans et des Kachins. Les sentiers muletiers, les ponts, notamment ces ponts suspendus métalliques qui d'un jet franchissent les gros affluents de l'Iraouaddy, les étonnent et leur en imposent. Ceux qui sont proches des plaines ou qui y séjournent pour leurs affaires, se rendent compte de l'ordre qui y règne, de la richesse qui y grandit. Ils laissent là leur costume pour celui des Birmans, et les étoffes de coton pour la soie. Ils prennent conscience d'obligations et de devoirs nouveaux. Spontanément ils viennent verser leur tribut. Ceux des monts n'en sont pas là encore. Leur esprit ne s'est pas ouvert, ni leur humeur assouplie. Ils attendent qu'on vienne à eux; et c'est ce que fait le *Civil Officer*, qui les visite et circule à travers leurs villages durant des jours entiers.

D'autre part, ils voient de nouveaux venus s'établir sur leur territoire : des gens d'au delà de la frontière, qui la franchissent et demandent la protection d'un gouvernement régulier. Ils constatent même que des agriculteurs du pays voisin y abandonnent des terres plus fertiles; la sécurité du travail et du profit apparaît ainsi de plus de prix que la fertilité du sol.

Ce qu'ils n'arrivent pas encore à comprendre, c'est que leurs congénères demeurés hors de la règle britannique, en Chine ou ailleurs, échappent à la contrainte, qu'elle impose, d'ordre et de discipline, et qu'ils peuvent encore à leur guise attaquer et razzier. Mais une expérience promptement acquise leur apporte d'encourageantes comparaisons. Ils se soumettent, travaillent, acquittent l'impôt, et, comme dans les *contes moraux*, vivent en paix et ont beaucoup d'enfants. C'est une conclusion que les Anglais peuvent porter à leur actif.

Joseph Chailley,
Directeur général
de l'Union coloniale française.

LA CLASSIFICATION DE CERTAINS PHÉNOMÈNES AFFECTÉS D'UN SIGNE

A PROPOS DES PHÉNOMÈNES DE DICHROÏSME MAGNÉTIQUE

Les phénomènes que j'ai étudiés sous le nom de *phénomènes de dichroïsme magnétique* sont relatifs aux actions exercées sur la lumière par l'association d'un solide et d'un liquide (particules cristallines en suspension dans un non-électrolyte) lorsque cette liqueur[1] est placée dans un champ magnétique, et traversée par des rayons normaux aux lignes de force.

Ce dichroïsme consiste en ce fait que les deux vibrations principales (parallèles aux lignes de force et perpendiculaires à ces lignes) sont inégalement modifiées quant à leur amplitude[1]. Ce dichroïsme est donc susceptible d'un signe, suivant la composante qui sera le plus énergiquement modifiée.

J'ai cherché à rattacher le signe de ce dichroïsme aux propriétés des constituants, de façon à établir

[1] Il ne s'agit pas d'une dissolution; c'est pourquoi j'ai désigné ces groupements sous le nom de liqueurs mixtes.

[1] Il peut aussi y avoir une différence de phase, c'est-à-dire une polarisation elliptique. (J. Chaudier : *Comptes Rendus*, 1906, t. CXLII, p. 201).

une règle générale permettant de grouper tous les cas ou encore de prévoir le signe du dichroïsme d'une liqueur constituée par l'association d'un solide et d'un liquide déterminés.

Cette recherche m'a paru tout d'abord entourée d'une certaine difficulté : en effet, en prenant un même liquide, le sulfure de carbone, et en lui associant différents solides, le bichromate de potasse, l'azotate de soude, etc..., le signe du dichroïsme ne se maintient pas; il ne dépend donc pas seulement des propriétés des liquides. Il ne se maintient pas non plus lorsqu'à un même liquide, on associe des sels d'un même métal ou encore des sels formés avec un même acide (azotates, par exemple). De même, si à un sel, le bichromate de potasse, par exemple, on associe différents liquides, le sulfure de carbone, la benzine, l'alcool, le signe du dichroïsme ne se conserve pas; il change même d'un carbure à un carbure voisin : il ne dépend donc pas seulement des propriétés des solides. Bref, le groupement de tous les cas rencontrés semblait d'une extrême complexité.

Après beaucoup de tâtonnements, je suis arrivé à énoncer la règle suivante :

« *On peut ranger tous ces corps, solides et liquides, à la suite les uns des autres dans un ordre tel que, en associant un liquide à un solide, la liqueur présentera le dichroïsme positif si le solide figure dans ce tableau* après *le liquide, et le dichroïsme négatif si le solide est* avant *le liquide, pourvu que, en* même temps, *l'indice de réfraction du solide soit supérieur à celui du liquide. Si l'indice du solide est inférieur à celui du liquide, la règle précédente s'applique en sens inverse.* »

On peut encore s'exprimer d'une autre façon et dire que le signe du dichroïsme est donné par le signe de :

$$(N_s - N_l)\ (n_s - n_l),$$

N désignant le numéro d'ordre du corps considéré dans le tableau et n désignant son indice.

Tous les cas possibles pourront donc être prévus à l'aide du tableau précédent, où, à côté de chaque corps, on inscrira, avec son numéro d'ordre, la valeur de son indice. Cette règle s'applique sans exception à tous les cas (plus de 300) pour lesquels j'ai constaté le signe du dichroïsme.

Nous sommes en présence d'un phénomène magnéto-optique qui doit dépendre des propriétés optiques et des propriétés magnétiques des corps associés; le second facteur $n_s - n_l$ met en évidence les coefficients optiques, et il y a lieu alors de penser que le premier facteur $N_s - N_l$ se rattache de même à quelque coefficient magnétique (susceptibilité magnétique, coefficient d'aimantation, etc.); on peut espérer que l'étude de ce phénomène permettra de remplacer ces valeurs N, qui étaient jusqu'ici des numéros d'ordre, par quelque autre coefficient ayant une signification physique. C'est ce que j'ai fait, et c'est pourquoi j'ai entrepris la détermination des coefficients d'aimantation et des susceptibilités des différents solides et liquides que j'avais utilisés.

De plus, il y a là un exemple de classification des phénomènes physiques que l'on peut envisager à un point de vue plus général.

C'est ce qui m'a amené aux considérations développées ci-après.

I

Soient deux groupes de corps : d'une part, des liquides L', L'',... ; d'autre part, des solides S_1, S_2, ... ; tels que l'association d'un liquide et d'un solide donne une liqueur présentant un certain phénomène affecté du signe + ou du signe —, par exemple le dichroïsme positif ou négatif, ou un courant électrique dirigé dans un sens ou dans l'autre, une différence de potentiel au contact, une force électromotrice thermoélectrique, un effet Peltier, une production d'électricité positive ou négative, un dégagement ou une absorption de chaleur. Je me propose de rechercher s'il est possible de représenter le signe du phénomène en question, pour une liqueur déterminée, à l'aide de coefficients propres à chacun des liquides et des solides que l'on associe.

A ce propos, on peut se poser un certain nombre de questions :

Est-il toujours possible de déterminer pour chacun des corps un nombre ou un numéro d'ordre : K', K'', ... pour les liquides; K_1, K_2, ... pour les solides, de telle sorte que le signe du phénomène pour une liqueur $L^n S_p$ soit donné par le signe de la différence des coefficients K^n et K_p ?

L'expérience montre qu'une telle solution n'est pas toujours possible. Il est facile de s'en rendre compte en cherchant à procéder au classement suivant, qui équivaut au fond à la recherche précédente :

Peut-on ranger tous ces corps à la suite les uns des autres dans un *ordre* tel que l'association d'un solide et d'un liquide donnera toujours une liqueur à phénomène *positif* lorsque le solide figurera sur cette liste *après* le liquide, et donnera, au contraire, une liqueur à phénomène *négatif* lorsque, sur cette liste, le solide sera classé *avant* le liquide?

On peut s'assurer par un exemple qu'une telle classification n'est pas toujours possible.

Supposons, en effet, qu'on ait d'abord formé le tableau :

$$\begin{array}{l|l} L' & S_1 \\ L'' & S_2 \end{array}$$

qui représente les phénomènes suivants :

$$\begin{array}{ll} L'S_1 & + \\ L'S_2 & + \\ L''S_1 & - \\ L''S_2 & + \end{array}$$

et qu'on ait alors observé, avec un autre corps solide S_3, les phénomènes que voici :

$$\begin{array}{ll} L'S_3 & - \\ L''S_3 & + \end{array}$$

Il faudrait, pour représenter ces deux derniers phénomènes, placer S_3 avant L' :

$$[L'S_3 \quad -]$$

et aussi après L'' :

$$[L''S_3 \quad +];$$

S_3 occuperait donc deux places différentes et il faudrait lui donner deux numéros d'ordre ou deux coefficients.

La solution du problème, tel qu'il est posé, n'est donc pas toujours possible.

Inversement, si nous nous donnons d'avance un tel tableau, le signe de chaque groupement sera déterminé sans ambiguïté. Nous dirons alors que le phénomène ne dépend que d'une variable, et, de plus, qu'il est susceptible *d'une représentation linéaire*.

Réciproquement, il se peut que le phénomène soit susceptible d'une représentation linéaire; il dépend alors d'une variable ou d'un coefficient propre à chaque corps (loi des tensions de Volta, loi des forces électromotrices thermo-électriques, loi du rayonnement, etc.). On reconnaîtra que le phénomène ne dépend, dans ces conditions, que d'une variable, et est susceptible d'une représentation linéaire, à ce caractère qu'une telle classification sera possible.

L'ordre de classement pourra donner une indication sur la nature de la grandeur spécifique (indice, densité, chaleur spécifique, pouvoir diélectrique, résistivité, température, etc.) qui exerce son influence, puisque le numéro d'ordre des corps figurant dans le tableau est une fonction de ce coefficient et doit varier comme ce coefficient ou, d'une manière générale, comme cette fonction (par exemple, la puissance réfractive ρ, reliée d'une façon simple à l'indice, par l'équation $\rho = n^2 - 1$).

Si même cette fonction est du premier degré, c'est-à-dire si le signe du phénomène est donné par le signe de la différence des grandeurs spécifiques elles-mêmes, l'expérience pourra indiquer aisément cette dépendance; on constatera, en particulier, que le phénomène en question s'annule et change de signe avec la différence de ces coefficients (par exemple les indices) et seulement avec elle, qu'il varie proportionnellement à cette différence, etc...

Dans certains cas, cette dépendance pourra être plus difficile à mettre en évidence, surtout s'il s'agit d'un coefficient qui ne soit pas l'objet d'une détermination expérimentale directe, soit qu'il y ait lieu de faire intervenir une fonction d'un coefficient spécifique directement obtenu ($n^2 - 1$ ou $1 + 4\pi K$), soit qu'il s'introduise une combinaison de plusieurs coefficients trouvés séparément (le pouvoir réfringent, $\frac{n^2 - 1}{d}$, le coefficient critique ou combinaison de deux des éléments critiques, $\frac{\pi}{\theta}$, etc.). On conçoit, en effet, par ces exemples que les coefficients « influents » ne sont pas toujours atteints directement par l'expérience et qu'on est peu familiarisé avec le sens général de leurs variations, lorsqu'ils ne sont pas groupés dans les tableaux couramment consultés (densités, indices, chaleurs spécifiques, etc.).

Toutes les remarques précédentes, relatives à la classification linéaire, ne sont exactes que si le phénomène peut être représenté par la différence de deux fonctions, l'une relative au solide, et l'autre relative au liquide.

Mais on comprend qu'il puisse se présenter un cas plus compliqué et que le phénomène, tout en dépendant d'une seule variable caractéristique de chaque corps, lui soit rattaché d'une façon plus complexe ; par exemple, il peut arriver que le phénomène, au lieu d'être déterminé par $K^n - K_p$, dépende d'une fonction de ces coefficients $F(K^n, K_p)$, K^n et K_p étant eux-mêmes des fonctions des grandeurs spécifiques obtenues par l'expérience (indice, densité, etc.).

Dans ce cas, la représentation *linéaire*, dont il a été parlé, ne suffit plus. On peut alors songer à un classement bi-linéaire en se servant de deux droites inclinées Os et Ol (fig. 1 sur chacune desquelles on classerait, d'une part les solides sur Os, d'autre part les liquides sur Ol, le signe du phénomène produit par le groupement LS étant alors indiqué par la parité du quadrant dans lequel tombe le point figuratif T obtenu par les deux coordonnées déterminées par les deux corps L et S.

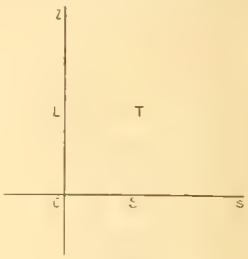


Fig. 1.

Toutes les fois que le phénomène est ainsi relié à un coefficient relatif à chacun des corps, la fonction $F(K^n, K_p)$ est connue pour chaque groupement, ce qui fixe la position du point figuratif. En se donnant d'avance la répartition des solides et des liquides sur les deux échelles Os et Ol, on détermine ainsi une fonction dont le signe est susceptible de la représentation bi-linéaire.

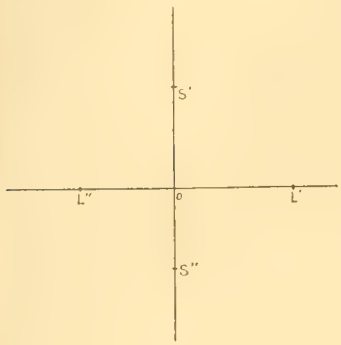


Fig. 2.

Mais, réciproquement, on peut s'assurer, comme plus haut, qu'une telle représentation n'est pas toujours possible. Soit, en effet, la disposition ci-contre (fig. 2) qui représente les phénomènes que voici :

$L'S'$ +
$L'S''$ —
$L''S'$ —
$L''S''$ +

Supposons qu'avec un autre corps S''', on ait observé les groupements : $L'S'''$ —; $L''S'''$ —. Il faudrait donc que S''' figurât à la fois du côté de S'' pour représenter le signe de $L'S'''$ — et aussi du côté de S' pour permettre de figurer le signe de $L''S'''$ —. Si cette représentation est possible, on en conclura que le phénomène ne dépend que d'une seule variable et qu'il est susceptible d'une représentation bi-linéaire ; l'exemple précédent montre comment on procèdera à un tel essai en partant d'un solide et d'un liquide et en introduisant successivement dans ce graphique chacun des autres corps étudiés.

L'expérience pourra permettre de distinguer nettement si l'on a affaire à un classement linéaire ou à un classement bi-linéaire.

Dans le premier cas, en effet, le phénomène s'annule lorsque les deux coefficients deviennent égaux entre eux et non pas lorsqu'un des coefficients devient nul.

Dans le deuxième cas, au contraire, le phénomène ne s'annule pas lorsque les deux coefficients deviennent égaux entre eux, mais seulement lorsque l'un des coefficients devient nul (ou tout au moins prend une valeur constante déterminée, si l'on a été amené, pour plus de généralité, à déplacer les axes parallèlement à eux-mêmes, ce qui revient à augmenter les coefficients d'une quantité constante).

Ces deux modes de représentation, linéaire et bi-linéaire, sont tout à fait distincts entre eux, et l'un des deux ne peut être considéré comme un cas particulier de l'autre, car celui-ci introduit la différence des coefficients, tandis que celui-là fait intervenir les signes relatifs des coefficients.

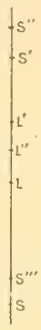


Fig. 3.

Ils peuvent cependant, dans un cas particulier, se réduire à une même forme : c'est le cas où le classement linéaire rassemblerait en un même groupe (fig. 3) l'ensemble des corps de même nature, les liquides par exemple, qui sépareraient en deux groupes les corps de l'autre catégorie, sans qu'il y ait enchevêtrement.

La classification bi-linéaire grouperait alors (fig. 4) tous les liquides d'un même côté de l'origine O, et, dans un cas comme dans l'autre, on en sera averti en procédant à la représentation graphique.

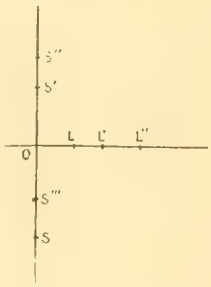


Fig. 4.

Si une telle représentation bi-linéaire n'est pas possible, on en conclura que le phénomène ne dépend pas du signe du rapport des deux coefficients spécifiques, tels que K^n et K_p, et il faudra envisager une dépendance plus complexe.

Pour poursuivre cette analyse, nous supposerons dans la suite que c'est seulement la différence des coefficients ou de leurs fonctions qui intervient.

II

Si le phénomène ne dépend pas d'une seule variable, on peut songer à le représenter avec deux variables en se posant la question suivante :

Est-il possible de déterminer, pour chacun des corps, *deux* coefficients :

$x' y'$ s'il s'agit d'un liquide L',
$x_1 y_1$ s'il s'agit d'un solide S_1

(appartenant d'ailleurs à deux suites distinctes, la suite des x et la suite des y), de telle sorte que le signe du phénomène présenté par une liqueur $L^n S_p$ soit donné par le signe du produit $(x^n - x_p)(y^n - y_p)$ ou, ce qui revient au même, du quotient $\frac{y^n - y_p}{x^n - x_p}$?

Pour répondre à cette question, on peut encore avoir recours à une interprétation géométrique de la façon suivante :

On prendra deux axes de coordonnées Ox, Oy et on représentera chaque corps L ou S par un point figuratif dont les deux coordonnées seront les deux coefficients x, y relatifs à ce corps (fig. 5).

Si, ensuite, on envisage une liqueur formée par l'association de L^n et de S_p, il suffira de joindre les deux points L^n, S_p; le coefficient angulaire de la droite qui les réunit fera connaître par son signe $\frac{y^n - y_p}{x^n - x_p}$, c'est-à-dire le signe du phénomène.

Fig. 5.

La question qui se pose alors est la suivante : Une telle représentation, que nous appellerons *représentation en surface*, est-elle toujours possible?

On peut répondre que non, soit par analogie avec le cas précédemment traité, soit en se reportant au cas où le phénomène dépendrait de *trois* variables; mais il semble difficile de mettre directement en évidence cette impossibilité comme on l'a fait plus haut, en raison de l'espèce d'indétermination qui se présente au sujet de la position du point figuratif, lequel peut être reporté entre certaines limites, soit plus à gauche, soit plus à droite, soit plus haut, soit plus bas; on peut, en effet, se demander si, par de tels déplacements pour tous les points, on n'arriverait pas à satisfaire toujours à toutes les conditions imposées par l'expérience.

Mais il n'en est rien, ainsi qu'il résulte d'une démonstration indirecte que je donnerai plus loin.

Pour tenter une telle classification, on pourra opérer de la façon suivante :

On placera arbitrairement un corps quelconque, un liquide L, par exemple (fig. 6), ce qui signifie qu'on adopte des unités convenables pour les coefficients d'abscisse x et pour les coefficients d'ordonnée y; on tracera par le point L des parallèles aux axes, de façon à déterminer des quadrants pour lesquels les points, joints à L, donneront des droites dont les coefficients angulaires seront, soit positifs (quadrants impairs), soit négatifs (quadrants pairs); les solides seront ainsi divisés en deux groupes, ceux destinés aux quadrants pairs et ceux destinés aux quadrants impairs, mais jusqu'ici leur place y est indéterminée.

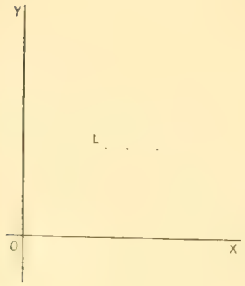


Fig. 6.

On introduira un liquide L' et on cherchera dans quel quadrant il faut placer le point L' et comment il faut grouper les solides pour conserver les mêmes représentations des phénomènes produits par les solides associés au liquide L', etc...

On voit, sans insister davantage, qu'un grand nombre de positions satisfont aux conditions imposées et qu'il y a une large indétermination, du moins si l'on n'a à sa disposition qu'un petit nombre

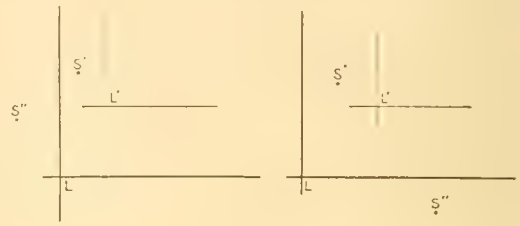


Fig. 7.

d'expériences; ainsi, les graphiques ci-dessus (fig. 7) représentent les mêmes phénomènes, à savoir :

LS' +
LS'' —
L'S' —
L'S'' —

Il en est de même pour les quatre graphiques de la figure 8 qui représentent :

LS' +
LS'' —
L'S'' +
L'S' —

Nous verrons d'ailleurs plus loin comment on peut contribuer à lever cette indétermination par des considérations théoriques et expérimentales.

Lorsqu'on tente ainsi un tel classement avec deux paramètres (classement en surface), on peut se

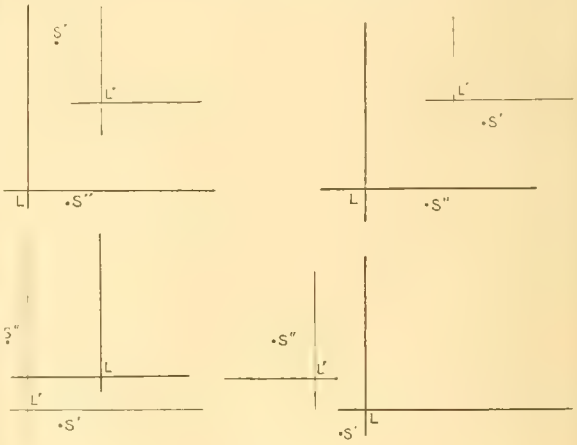


Fig. 8.

demander ce qui arriverait si le phénomène était susceptible d'un classement linéaire et à quel caractère on s'en apercevrait.

Remarquons d'abord qu'il est toujours bon d'essayer le classement linéaire et de ne tenter l'autre que si le premier a été reconnu impossible; toutefois, si cet essai n'avait pas été fait, on s'apercevrait de

la façon suivante qu'il aurait donné un résultat satisfaisant :

Si, pour l'un des axes, tous les liquides peuvent se grouper en un même point, et de même tous les solides en un autre point (fig. 9) sans qu'il y ait intercalation, c'est qu'on peut attribuer à tous les liquides un même coefficient, ou encore un même coefficient à tous les solides d'une part et un autre coefficient à tous les liquides d'autre part, ou enfin à tous les corps des cofficients quelconques, pourvu que les coefficients des solides soient tous inférieurs (ou tous supérieurs) à ceux des liquides, de façon que la différence n'intervienne pas.

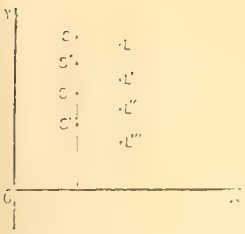


Fig. 9.

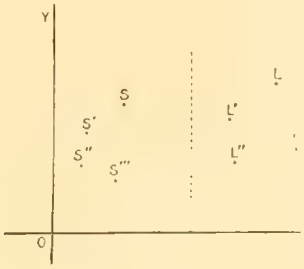


Fig. 10.

Au point de vue graphique, cela signifie que le plan pourra être partagé en deux régions (fig. 10) par une parallèle à l'un des axes, l'une de ces régions étant réservée aux solides et l'autre aux liquides.

Il est facile de voir que c'est en s'astreignant à cette condition qu'un classement « linéaire » pourra être transformé en un classement « superficiel » donnant des résultats équivalents, c'est-à-dire tel que le coefficient angulaire de la droite L^nS_p sera constamment de même signe que la différence des numéros d'ordres (liquide-solide) adoptés dans le premier mode de représentation.

En résumé, la réduction ne sera possible que si, sur l'un des axes, il n'y a pas *enchevêtrement* des solides et des liquides.

Et, réciproquement, s'il y a enchevêtrement pour un seul de ces corps, il y aura contradiction entre les résultats des deux classements, ce qui nous fournit la proposition suivante :

Si le phénomène dépend réellement de deux variables, il est impossible de le représenter par un classement linéaire.

Il ne sera susceptible d'une telle représentation que s'il dépend, quant au signe, d'une seule variable *pour les groupements étudiés.*

Il est utile d'ajouter ces derniers mots, car il se peut qu'une étude incomplète du phénomène fasse croire à une simplification de classement[1].

Mais on peut alors généraliser la démonstration précédente pour faire voir qu'un phénomène quelconque n'est pas susceptible d'une représentation en surface malgré l'indétermination dont nous avons parlé plus haut.

Imaginons un phénomène qui dépende de trois variables et dont le signe soit déterminé par le signe du produit des différences de trois coefficients : $(x^n - x_p)(y^n - y_p)(z^n - z_p)$, c'est-à-dire d'une quantité proportionnelle au produit des trois cosinus directeurs de la droite L^nS_p, quantité qui change de signe suivant le trièdre qui contient la direction en question.

On est en présence d'un mode de classement qu'on peut appeler « représentation en volume » ou « cubique », et l'on peut rechercher dans quelles circonstances ce mode se réduira à une représentation « en surface ».

Comme plus haut, on peut s'assurer que ce cas se présente lorsque l'espace peut être divisé, par un plan parallèle à l'un des plans de coordonnées, en deux régions telles que l'une d'elles contienne les liquides et l'autre les solides.

Là encore, il n'y aura pas enchevêtrement sur l'un des axes; mais, s'il y a un tel enchevêtrement, la réduction n'est pas possible.

Il en résulte qu'un système qui dépend effectivement de trois variables ne peut être représenté par un classement en surface, ce qui nous permet de compléter ce qui était dit plus haut à ce sujet.

Le signe d'un phénomène ne peut donc, en général, être représenté par un classement à deux variables malgré l'indétermination inhérente à un tel classement, et la possibilité d'une semblable représentation permettra de conclure à un phénomène lié seulement à deux variables dans les conditions indiquées antérieurement.

Occupons-nous maintenant de la méthode pratique à employer pour procéder à ce classement dont devra résulter la connaissance des deux coefficients x, y, propres à chaque corps.

L'indétermination diminuerait singulièrement si, pour tout un groupe de corps, par exemple pour les liquides, les coefficients étaient connus, de telle sorte que leur position dans le plan puisse être fixée tout d'abord sans incertitude.

De même, elle diminuerait également si, pour tous les corps, les solides et les liquides, *l'un* des coefficients était connu.

[1] C'est justement ce qui m'est arrivé lorsque j'ai commencé l'étude du dichroïsme magnétique; il s'est trouvé par hasard que, pour les liqueurs d'abord étudiées, le solide avait un indice toujours supérieur à celui du liquide; c'est pour cette raison que la loi des indices ne m'était pas apparue. Je n'y ai été conduit qu'en multipliant les expériences et en reconnaissant alors la nécessité de substituer au classement linéaire, primitivement adopté, un classement superficiel pour lequel l'un des coefficients n'était autre que l'indice.

Cette circonstance se présente lorsque des considérations théoriques font penser que le phénomène est lié à la différence de deux grandeurs spécifiques déterminées, ou encore lorsque l'expérience montre que le phénomène en question s'annule avec la différence de ces deux coefficients spécifiques et change de signe avec elle.

S'il en est ainsi, on procédera de la façon suivante:

Désignons symboliquement par φ^2_{np} le signe du phénomène produit avec l'association des deux corps L^n, S_p; on a par hypothèse :

$$\varphi^2_{np} = (x^n - x_p)(y^n - y_p);$$

chaque parenthèse représentant de même le signe de la quantité qui figure dans l'intérieur, on formera le signe du quotient :

$$\frac{\varphi^2_{np}}{x^n - x_p}.$$

Le numérateur étant connu par l'expérience et le dénominateur étant déterminé par les considérations précédemment indiquées, on aura :

$$\frac{\varphi^2_{np}}{x^n - x_p} = y^n - y_p,$$

de telle sorte que le premier membre représente symboliquement un phénomène qui ne dépend que d'une variable φ^1_{np} et que nous pourrions figurer par un classement linéaire.

Par cette méthode, un classement en surface peut se ramener à un classement linéaire, pourvu que l'on connaisse la loi relative à l'une des variables.

Si l'on fait cette tentative en s'adressant à une variable z, autre que l'une des variables influentes x ou y, on obtiendra une expression :

$$\frac{\varphi^2_{np}}{z^n - z_p} = \frac{(x^n - x_p)(y^n - y_p)}{z^n - z_p},$$

qui ne sera pas susceptible d'un classement linéaire tant que la variable z ne se réduira pas à l'une des variables x, y, ou ne variera pas comme elle. On peut donc dire, en général, que, lorsque la tentative de réduction d'un classement superficiel à un classement linéaire aura réussi, c'est qu'on aura trouvé l'une des variables influentes.

Inversement, lorsqu'une telle tentative aura échoué, on pourra dire que la variable essayée n'était pas la variable influente ou que le phénomène dépendait de plus de deux variables.

III

Comme exemple et comme application des théories précédentes, je citerai les tentatives que j'ai faites pour classer les phénomènes du dichroïsme magnétique :

1° Le classement linéaire ou bi-linéaire était impossible;

2° Le classement linéaire devenait possible lorsqu'on tenait compte de ce que j'ai appelé la loi des indices (voir au préambule de cet article), ce qui signifiait justement que le phénomène était relié au signe de $n_s - n_l$ (différence des indices du solide et du liquide);

3° Lorsqu'on ne tenait pas compte de la loi des indices, il était impossible de classer le phénomène en prenant comme variable unique :

a) soit les coefficients d'aimantation spécifique (en poids);

b) soit les susceptibilités magnétiques (en volumes);

c) soit les indices (ce qui signifie que le phénomène ne dépend pas de la variation des seuls indices; il n'y a donc pas contradiction avec ce qui vient d'être dit plus haut).

A cause de l'importance que prenait alors « la loi des indices », je l'ai établie par des déterminations multiples, en montrant par exemple que, pour une même association d'un liquide et d'un solide d'indices voisins et dont on venait à faire varier la température, de façon à annuler la différence des indices et à la changer de signe[1], le phénomène de dichroïsme magnétique s'annulait et changeait lui-même de signe;

4° En tenant compte alors de la loi des indices, c'est-à-dire en considérant $n_s - n_l$ comme l'une des variables, le classement linéaire ne réussit pas non plus :

a) soit lorsqu'on le base sur les indices seuls (c'est ce qui a été déjà dit);

b) soit lorsqu'on prend pour point de départ les susceptibilités magnétiques.

Il réussit, au contraire, avec les coefficients d'aimantation. Si, d'ailleurs, on tente ce classement linéaire sans idée préconçue au sujet de la deuxième variable, on trouve un classement dont les numéros d'ordre indiquent la suite des coefficients d'aimantation spécifique croissants, ce qui signifie que les corps sont rangés dans l'ordre des coefficients d'aimantation, sous les réserves qui vont être indiquées.

Dans la première étude que j'ai faite en 1903 du dichroïsme magnétique, j'avais obtenu un classement qui, pour les liquides, coïncidait avec l'ordre des coefficients d'aimantation, du moins pour ceux de ces corps dont les constantes magnétiques avaient été déterminées; quant aux solides, on ne pouvait rien dire de net à ce sujet, car bien peu

[1] Ce renversement est possible parce que les liquides présentent, en général, une variation d'indice beaucoup plus rapide que les solides sous l'influence d'un changement de température (benzine et sulfate de potasse).

des sels employés pour constituer ces liqueurs avaient été l'objet de déterminations, les expériences ayant surtout porté sur les métaux.

Pour combler cette lacune, j'ai d'abord entrepris l'étude des constantes magnétiques (coefficients d'aimantation et susceptibilités magnétiques) des liquides organiques et des sels qui avaient été utilisés[1].

Étant en possession de ces nombres, on peut alors constater que la coïncidence signalée est bonne, en ce qui concerne du moins les liquides.

Pour les solides, la discordance est susceptible d'une explication dont je me contenterai ici d'indiquer le principe.

D'une part, on remarquera que les solides en question sont tous des corps anisotropes, car les corps amorphes et les sels cristallisés dans le système cubique n'ont jamais fourni de liqueurs actives. En vertu de cette anisotropie, ces corps ont, non pas une constante magnétique unique, mais des coefficients variables avec la direction considérée, et variables dans un intervalle d'autant plus considérable que l'anisotropie est plus accentuée.

D'autre part, on sait par les travaux de Curie, par les recherches récentes de M. Langevin, que le diamagnétisme et le paramagnétisme ne sont pas attribuables à la même cause ; ils suivent des lois entièrement différentes, notamment sous l'influence de la température, et il y a même lieu de croire que ces deux manifestations peuvent se superposer, si bien que le paramagnétisme apparent est susceptible « de masquer le diamagnétisme sous-jacent ».

Or, la détermination directe des coefficients d'aimantation par la balance magnétique fournit d'un côté l'action moyenne, car, le coefficient μ étant variable avec la direction considérée, on peut définir comme coefficient moyen :

$$m = \frac{1}{4\pi}\int_0^{4\pi} \mu \, d\omega,$$

et, si la détermination se fait sur une multitude de petits cristaux orientés de toutes les façons possibles, l'action réelle fait intervenir le coefficient moyen qui dépend de la distribution dans l'espace des axes magnétiques.

D'un autre côté, cette détermination fournit l'action totale relative aux deux genres de manifestation magnétique, et elle ne ferait connaître la constante du diamagnétisme « fondamental » qu'en l'absence du paramagnétisme « perturbateur » dans les solides.

Si, au contraire, dans les expériences de dichroïsme où chaque cristal devient indépendant, les propriétés magnétiques superficielles et accidentelles n'interviennent pas, le tableau formé fera connaître l'ordre de classement des coefficients *efficaces* pour les sels étudiés, et, de la sorte, des observations purement optiques donneront d'utiles renseignements sur le diamagnétisme « sous-jacent », qui semble être le magnétisme « essentiel » de la matière.

Georges Meslin,
Professeur de Physique
à la Faculté des Sciences de Montpellier.

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, février 1906.

EXPÉRIENCES SUR LA NATURE DE L'AMIDON ET SES RÉACTIONS SELON LES CONDITIONS DE MILIEU

La question de la transformation de l'amidon dans le plantes a fait, depuis Sachs, l'objet de nombreuses recherches et hypothèses ; elles sont trop connues pour que nous ayons besoin de les rappeler. Nous voudrions simplement exposer ici quelques expériences que nous avons faites sur les réactions variables de l'amidon selon les conditions de milieu et qui nous semblent jeter quelque lumière sur les métamorphoses de ce corps dans la Nature.

I

L'étude de l'amidon est intimement liée à celle des diastases qui l'accompagnent partout dans la Nature.

L'amidon qui se dépose dans les feuilles disparaît très vite à l'obscurité sous l'influence de ces diastases, tandis que l'amidon coagulé ou rétrogradé, préparé artificiellement dans le laboratoire, n'est que partiellement attaqué par la macération de malt, même à la température de 70° C., et ce n'est qu'à condition de le dissoudre à haute température (150°) que l'on arrive à le saccharifier complètement[1].

L'amidon, tel qu'il prend naissance dans les feuilles, ne peut donc être comparé à celui qui se dépose dans nos matras[2].

[1] E. Roux : *C. R.*, p. 943 et 1259.

[2] Le phénomène de rétrogradation de l'empois d'amidon, découvert par M. Maquenne, et celui de la coagulation diastasique des empois fluidifiés, observé pour la première fois

Néanmoins, nous avons rencontré, M. Fernbach et moi, dans une variété de pois verts, et en proportions considérables (25 %), de l'amidon identique à celui que nous préparons dans le laboratoire par rétrogradation ou coagulation.

M. E. Roux a également signalé la présence d'amylocellulose (amidon non saccharifiable dans les conditions ordinaires) en proportions moindres (4 à 8 %) dans les pois secs, les haricots et le maïs. L'amidon qui se dépose dans les organes de réserve de ces végétaux semble donc différent de celui qui se dépose temporairement dans les feuilles. MM. Maquenne et Roux[1] ont, en effet, démontré que la matière amylacée peut exister sous des formes plus ou moins condensées, depuis l'amidon soluble à la température de l'ébullition jusqu'à la variété qui ne peut se dissoudre qu'à 150°. Nous savons aussi, depuis les expériences déjà anciennes de Lintner, qu'à l'état cru les amidons de diverses origines se comportent de façon très différente vis-à-vis de la diastase du malt. On en avait conclu que ces différences étaient caractéristiques pour chaque espèce :

	QUANTITÉ % D'AMIDON TRANSFORMÉ — Température d'attaque 55°	60°	65°	TEMPÉRATURE de gélification
Pomme de terre	5,0	52,7	90,3	65°
Orge	53,3	92,8	96,2	80°
Malt vert	58,6	92,1	96,2	»
Froment	62,2	91,1	94,6	71 à 80°
Riz	9,7	19,7	31,1	80°
Maïs	»	18,5	54,6	

A l'époque où ces expériences ont été faites, on n'a pas tenu compte de la présence d'amylose insoluble à 100°, parce qu'on ignorait que cette forme de l'amidon, connue depuis sous le nom d'amylocellulose, fût soluble à des températures supérieures et entièrement transformable en maltose après dissolution.

J'ai repris ces expériences à un point de vue un peu différent, et j'ai constaté qu'à l'état cru le riz de Mandchourie s'attaque très difficilement, alors que le riz de Piémont se saccharifie[2] très bien. C'est ainsi que l'amidon de maïs Cuzco, rouge ou blanc, cultivé au Mexique, se transforme totalement à l'état cru à 65°, alors que l'amidon de maïs ordinaire est faiblement attaqué par les diastases du malt.

Voici un tableau qui résume quelques-unes de nos expériences inédites (nous n'avons pas déterminé les proportions de dextrine et de maltose) :

	AMIDON TRANSFORMÉ à 65°
Riz du laboratoire	25,4 %
Riz de Mandchourie	29,2
Riz de Piémont (variété Java)	89,5
— (variété Bertone)	89,5
Le même paddy	99
Maïs ordinaire	47
Maïs dent de cheval	55,5
Cuzco rouge	99
Cuzco blanc	99

L'examen microscopique de ces divers échantillons ne révèle rien d'anormal au point de vue morphologique.

Nous voyons ainsi que les propriétés physiques de l'amidon cru peuvent être très différentes, même pour les variétés d'une même espèce. Cette résistance plus ou moins grande des amidons crus envers l'amylase ne suffit pas pour classer les espèces dans telle ou telle catégorie, puisqu'elle peut varier avec le climat; mais elle permet d'expliquer comment, dans les organes aériens ou de réserve[1] d'une même plante, on peut trouver de l'amidon à des états physiques fort différents.

M. Maquenne a d'ailleurs montré que la fécule crue, qui est inattaquable dans les conditions ordinaires par les diastases du malt, devient presque entièrement saccharifiable (sauf un résidu de 3 % d'amylocellulose) si l'on a eu soin de la triturer fortement dans un mortier.

II

Les phénomènes de décomposition sont, en général, beaucoup plus faciles à suivre que ceux d'assimilation. Si le mécanisme en est mieux connu, c'est grâce aux diastases, dont le rôle, comme on sait, consiste à détruire progressivement des matériaux complexes pour les ramener à des composés de plus en plus simples, que l'on peut recueillir et doser. On en connaît le point de départ et le point d'arrivée. Les phénomènes qui procèdent par synthèse sont soumis dans la Nature à des influences si subtiles et si complexes que leur mécanisme semble, le plus souvent, échapper à notre entendement.

C'est aussi pour cette raison que l'on connaît beaucoup mieux les produits de dédoublement de l'amidon et les lois qui régissent leur transformation que les substances et les lois qui concourent à sa naissance. Cependant, lorsque nous voulons reproduire dans le laboratoire ce que nous voyons dans la Nature, nous nous trouvons fréquemment

par MM. Fernbach et Wolff, permettent de se rendre compte comment, dans certains cas particuliers, l'amidon peut se déposer dans les cellules végétales sous une forme difficilement attaquable par l'amylase, mais n'éclairent pas d'un jour nouveau la question d'origine.

[1] *Bull. de la Soc. chimique*, t. XXXIII, p. 471.

[2] Bien que le choix du terme ne soit pas heureux, on entend par « saccharification » la transformation *globale de l'amidon en dextrine et maltose.*

[1] En effet, ceux-ci sont protégés par une enveloppe contre les rayons du soleil, ou bien ils sont enfoncés profondément dans le sol.

arrêtés par des obstacles insurmontables, et ce que nous observons *in vitro* n'est le plus souvent qu'une imitation grossière des phénomènes naturels.

Lorsqu'une graine commence à germer, il se produit à la fois un travail de dégradation et un travail d'assimilation. Tandis que, d'un côté, les grains d'amidon se désagrègent, se liquéfient et se saccharifient sous l'influence d'agents diastasiques connus sous les noms de *cytase*, d'*amylase* et de *dextrinase*, sécrétés par le scutellum[1] de l'embryon, d'un autre côté la vie se manifeste par la fonction respiratoire et l'assimilation des produits de la saccharification et de la protéolyse[2] par la plumule (jeune plante) et les radicelles. Ce travail de nutrition, qui se fait aux dépens de l'albumen, permet à la jeune plante de se développer rapidement, et il se poursuit jusqu'à épuisement complet des réserves d'amidon et de matière azotée. Parvenu à ce stade de son développement, le végétal puise dans l'atmosphère et dans le sol les principes nécessaires à sa vie.

Il est bien évident que l'on ne pouvait songer un seul instant à suivre ces phénomènes dans leur complexité ; il a fallu les disséquer, les prendre un à un et les étudier séparément et méthodiquement. Les mieux étudiés sont ceux qui se rapportent à la saccharification et à la protéolyse, et l'étude en est relativement facile, parce qu'elle peut se poursuivre en dehors de la cellule vivante. Elle consiste, pour la saccharification, à soumettre l'amidon extrait des végétaux à l'action d'une macération diastasique de malt dans des conditions que l'on peut faire varier à volonté. Quant à la protéolyse, on l'étudie sur la macération elle-même ; car celle-ci renferme à la fois les matières albuminoïdes, des composés azotés solubles et les diastases protéolytiques. Il est bien évident que l'on ne réunit pas dans ces conditions tous les éléments qui seraient nécessaires à une étude rationnelle de phénomènes naturels aussi complexes ; tout ce que l'on peut dire, c'est qu'en dehors de la cellule vivante les choses se passent ainsi[3].

Parmi les auteurs qui se sont occupés de cette question, les uns ont étudié les produits de la saccharification aux diverses températures, n'envisageant que le côté chimique du problème, tandis que les autres se sont préoccupés du côté physiologique, en notant au fur et à mesure du développement de la graine la quantité d'acide carbonique dégagée par sa respiration, les propriétés des tissus élaborés et l'activité croissante des diastases destinées à agir les unes sur l'amidon, les autres sur les matières azotées.

III

Les travaux de Dubrunfaut, de Payen et Persoz, Musculus, Guérin-Vary, O'Sullivan, Brown et Morris, Brown et Héron, Effront, Pottevin, Naegeli, Prior, Windisch, Kjeldahl sont trop connus pour que nous nous étendions longuement sur eux; aussi me bornerai-je à passer rapidement en revue les faits les plus récemment acquis à la science. Parmi ceux-ci, les phénomènes dits d'activation méritent plus particulièrement d'attirer notre attention. Kjeldahl a remarqué que de très petites quantités d'acide favorisent la saccharification diastasique, et que celle-ci se ralentit ou s'arrête dès que l'on dépasse cette petite dose favorisante. M. Fernbach, serrant la question de plus près, trouve que l'addition d'acide phosphorique ou sulfurique, en transformant les sels neutres en sels acides, hâte notablement la saccharification par la diastase, mais qu'une trace d'acide libre l'entrave. Il préconise à cette occasion l'emploi du méthyl-orange, vis-à-vis duquel les phosphates neutres ont une réaction alcaline. Ce réactif passe du jaune clair au jaune orangé dès que les phosphates neutres sont entièrement transformés en phosphates acides. M. Fernbach a pu établir ainsi que c'est la neutralité parfaite à ce réactif qui hâte le plus la saccharification diastasique. Il a fait d'ailleurs la même constatation en ce qui concerne la protéolyse des matières azotées du malt.

Tout récemment, MM. Maquenne et Roux ont trouvé que, lorsqu'on neutralise l'empois d'amidon en se servant de l'orangé comme indicateur, par l'addition d'acide sulfurique, en ayant soin d'ajouter en plus à l'empois la quantité d'acide nécessaire à la neutralisation des 2/3 de l'extrait de malt environ, on augmente considérablement le rendement en maltose. On estimait généralement que, dans les conditions les plus favorables, on pouvait transformer 80 % de l'amidon en maltose. Un empois, qui, au bout de vingt-quatre heures de séjour à 50°, donne, dans les conditions ordinaires, 89,8 de maltose, en fournit 97,2 si l'on a eu soin de neutraliser l'amidon. Si on prolonge les deux expériences pendant quarante-huit, soixante-dix-huit, quatre-vingt-seize heures, on voit la quantité de maltose augmenter progressivement pour atteindre 98,3 % dans le premier cas et 100,5 dans le second. On voit aussi que le facteur « temps » joue un rôle important dans cette transformation. MM. Maquenne et Roux s'appuient sur le fait que la pre-

[1] C'est la membrane en forme de bouclier qui sépare l'embryon de l'albumen (sac nourricier).

[2] On nomme protéolyse la digestion des produits azotés par les diastases dites protéolytiques.

[3] Le phénomène de la respiration, qui joue un rôle si actif pendant la germination, est nécessairement négligé lorsqu'on étudie les lois de la saccharification.

mière phase de la saccharification est très rapide, tandis que la seconde progresse avec une très grande lenteur, pour conclure que l'amidon est formé de deux substances présentant des caractères différents. Ils nomment la première amylose et la seconde amylopectine. Se basant encore sur d'autres considérations que nous ne pouvons exposer ici, les mêmes auteurs estiment que l'amidon renferme environ 80 °/₀ d'amylose et 20 °/₀ d'amylopectine.

Vers la même époque, j'ai constaté, avec M. Fernbach qu'en prolongeant l'action de l'extrait de malt sur l'empois de fécule pendant un temps suffisant à la température de 50°, on arrive à transformer la plus grande partie de la dextrine en maltose. Dans une expérience où l'on opérait en milieu neutre, on a pu obtenir au bout de quatre-vingt-seize heures 103,8 °/₀ de maltose pour 100 d'amidon[1].

Nous avons montré, en outre, que l'action favorisante du milieu neutre s'exerce aussi bien sur la dextrine que sur l'amidon. Pour le prouver, nous ajoutons l'acide après la transformation de l'amidon en dextrine et maltose.

C'est peut-être à tort que l'on a désigné ces phénomènes sous le nom d'activation; car, en réalité, il ne s'agit là que d'un optimum d'action. C'est un milieu neutre à l'orangé qui convient le mieux aux diastases du malt.

MM. Maquenne et Roux ont découvert également une propriété curieuse de l'extrait de malt. Lorsqu'on abandonne celui-ci sous une couche de toluène, à la température ordinaire, il acquiert avec le temps la propriété de transformer beaucoup plus rapidement en maltose les portions les plus réfractaires de la dextrine. Ainsi, un extrait de malt conservé pendant un mois environ peut accroître sa puissance de 10 °/₀. Cela veut dire que, si au bout de vingt-quatre heures un extrait de malt ordinaire produit, par exemple, 94 °/₀ de maltose d'amidon, le même extrait conservé peut en produire 103,4 pendant le même temps. Il faut noter que, pour obtenir ces résultats, il n'est nullement nécessaire de neutraliser l'amidon. Mentionnons, pour terminer, les observations d'Effront au sujet des propriétés activantes de l'asparagine dans les milieux parfaitement neutres. Des doses minimes de cet acide amidé favorisent beaucoup la saccharification. Si l'on représente par 1 la quantité de maltose qui a pris naissance dans les conditions ordinaires, on peut représenter par 10 l'accélération due à l'asparagine.

IV

Dans toutes les expériences que nous venons de rapporter, on n'a envisagé qu'un côté du problème de la saccharification, c'est-à-dire la transformation de l'amidon cru ou gélifié en maltose et en dextrine, et on a laissé dans l'ombre la partie essentielle du phénomène : la liquéfaction. Jusqu'ici, on s'est contenté d'effleurer cette question, ce qui est assez surprenant, étant donnée son importance. En effet, que voyons-nous dans la nature? Nous constatons d'abord, avec Effront, que le pouvoir liquéfiant de l'amylase s'accroît pendant la germination d'une façon beaucoup plus intense que le pouvoir saccharifiant. Mettons en regard les chiffres obtenus par Effront pour ces deux actions[1] :

DURÉE de la germination	POUVOIR saccharifiant	POUVOIR liquéfiant
6 jours	1,06	6,6
10 —	1,68	11,4
12 —	1,40	13,1
14 —	1,38	16,4
16 —	1,80	18
20 —	2,20	22,8
23 —	2,50	32
25 —	2,30	36
27 —	2,10	40
39 —	2,18	40

Ces chiffres sont suggestifs et montrent combien la Nature est généreuse à l'égard de la diastase liquéfiante. Ce n'est pas sans raison : en effet, elle joue un rôle prépondérant dans l'attaque des grains crus. D'autre part, la pratique enseigne que, sous l'influence des diastases du malt, les empois se liquéfient avant de se saccharifier. Cette liquéfaction peut se faire au bout de quelques minutes, même à la température ordinaire. L'amidon non gélifié se comporte tout différemment, ainsi que nous l'avons vu plus haut. L'attaque des grains crus, surtout lorsqu'il s'agit de la fécule, se fait très mal à 50°. A la température ordinaire, quelle que soit l'origine de la matière amylacée, et quelle que soit la durée du temps de contact, l'attaque est presque nulle. Nous ne pouvons donc pas reproduire *in vitro*, dans les conditions où il se trouve réalisé dans la Nature, le phénomène de la liquéfaction des grains crus. En effet, un grain d'orge peut germer dès la température de 5°, en passant par un optimum à 20°, la limite supérieure étant voisine de 37°. Nous savons bien que la cytase sécrétée par le scutellum accomplit un travail préparatoire de désagrégation. Mais nous connaissons mal les circonstances qui favorisent l'action liquéfiante de l'amylase. Nous inclinons à penser que la respiration de la graine, par la chaleur qu'elle développe, n'est pas un facteur négligeable au point de vue de la liquéfaction. Il suffit de se rappeler combien la température s'élève dans les couches inférieures des grains en germination entassés dans

[1] Théoriquement, 100 parties d'amidon pourraient donner en s'hydrolysant, 105,5 de maltose.

[1] *C. R.*, t. CXLI, p. 626.

les germoirs. Toute cette chaleur a son foyer au sein même de la graine. Pourquoi ne serait-elle pas utilisée au profit de l'action liquéfiante? La réaction du milieu semble aussi exercer une influence sur la marche du phénomène. Mais abandonnons pour le moment le domaine de la Physiologie et contentons-nous d'explorer celui de la Chimie biologique.

Quelques auteurs semblent attribuer à une seule diastase des propriétés à la fois liquéfiante et saccharifiante. Toutefois, depuis que Duclaux a émis des doutes à ce sujet, et s'est prononcé d'une façon catégorique en faveur de la conception de deux diastases différentes, la question a été examinée de plus près par quelques auteurs. Pottevin a montré nettement que l'on pouvait séparer les deux actions en chauffant de l'extrait de malt à 80°. Dans ces conditions, l'action liquéfiante seule persiste. D'autre part, MM. Maquenne et Roux attribuent à une diastase liquéfiante la propriété de solubiliser l'amylopectine. Nous-même avons remarqué que, sous *l'influence de la diastase de l'orge*, les empois peuvent fournir une proportion considérable de maltose avant de se liquéfier (environ la moitié de l'amidon employé). C'est surtout à la température ordinaire que cette action est remarquablement nette. En outre, nous avons pu mesurer le pouvoir liquéfiant et saccharifiant de nombreuses macérations de malt, avant et après passage sur bougie Chamberland, et nous avons constaté que le pouvoir saccharifiant reste très sensiblement le même alors que le pouvoir liquéfiant disparaît presque complètement. Voilà donc quelques arguments sérieux en faveur de l'hypothèse de Duclaux. Enfin il était intéressant de pouvoir démontrer qu'il est possible, sans action chimique brutale et sans l'intervention de l'amylase, de réaliser la liquéfaction des empois en dehors de toute action saccharifiante. Je viens d'arriver récemment à ce résultat en soumettant de la fécule gélifiée à l'action de l'eau oxygénée en milieu légèrement alcalin.

Ce phénomène est évidemment le résultat d'une oxydation; l'alcalinité semble également y jouer un rôle. En premier lieu, l'ammoniaque facilite le dégagement d'oxygène et, en second lieu, elle semble fixer certains éléments acides fortement unis à l'amidon, tels que les phosphates acides, par exemple.

M. Fouard[1] a étudié l'action des acides et des bases sur des solutions colloïdales d'amidon[2] et il a démontré que les acides et les sels à caractère acide, en se fixant sur l'amidon, produisent sa coagulation, alors que les bases et les sels à caractère basique permettent à l'amidon coagulé de se redissoudre[1]. D'après l'auteur, cet amidon colloïdal est le premier colloïde organique bien défini présentant le phénomène de reversibilité. Suivant qu'un phosphate est acide ou basique, on observe une coagulation ou une liquéfaction. Dans une Note antérieure[2], j'ai insisté sur l'action liquéfiante des corps à caractère basique lorsqu'on les fait agir sur de l'amidon préalablement oxydé en milieu acide. Ce produit, après lavage à l'eau distillée, renferme encore des phosphates acides et se gélifie par la chaleur. Il suffit de traces de composés basiques pour amener une dissolution rapide de l'empois. Ce sont là évidemment des phénomènes du même ordre.

On ne peut s'empêcher de faire un rapprochement entre ces phénomènes d'oxydation et la liquéfaction diastasique[3] à laquelle on est tenté d'attribuer une origine peroxydasique ou catalytique. Malgré ces apparences, nous n'avons pu jusqu'ici fournir une preuve qui justifie cette manière de voir. Nous avons répété sans succès les expériences de M. Petit. M. Petit rapporte des expériences où il a pu liquéfier des empois à l'aide de mélanges d'albumine, d'oxyde de fer et de manganèse, et nous sommes d'avis que les substances dont il s'est servi dans ses recherches n'étaient point exemptes d'amylase. Effront vient, d'ailleurs, de démontrer que les spores du *Bacillus subtilis*, que renferme fréquemment l'albumine, sécrètent de l'amylase, même après avoir été chauffées pendant 10 minutes à 110°.

Nous venons de voir que les solutions colloïdales d'amidon qui ont servi à M. Fouard de point de départ pour ses recherches se prennent en gelée sous l'influence des acides et des sels acides, alors que les corps basiques produisent l'effet inverse en permettant à cette gelée de se redissoudre. (Ces changements d'état se font plus vite à froid qu'à la température ordinaire.) Dans le premier cas, le colloïde fixe de l'acide ; dans le second, il le restitue, ou plutôt ce sont les bases qui le lui enlèvent. J'insiste sur ces faits parce qu'ils nous permettront d'interpréter des phénomènes en apparence contradictoires. Le produit préparé par M. Fouard, d'après un procédé imaginé par M. Fernbach et moi, se distingue de l'amidon ordinaire par certaines propriétés que nous allons décrire, et qui sont inhérentes à son mode de préparation.

La fécule est laissée quelque temps en contact avec de l'eau chlorhydrique à 1 ‰, puis lavée à fond à l'eau distillée, séchée à 30° et enfin chauffée quelques heures à l'étuve vers 100°. Le traitement à

[1] Du laboratoire de M. Etard, à l'Institut Pasteur.
[2] *C. R.* du 4 mars 1907.

[1] Les sels neutres n'ont aucune action.
[2] *C. R.* du 11 décembre 1905.
[3] La macération du malt, comme l'on sait, renferme une peroxydase (diastase oxydante) et de la catalase.

l'acide chlorhydrique faible a pour but d'enlever les bases alcalino-terreuses et de transformer les phosphates neutres en phosphates acides. Si on examine l'amidon[1] après sa dessiccation à 30°, l'empois qu'il fournit est aussi visqueux qu'avant tout traitement.

Au point de vue physique, rien ne le distingue de l'amidon primitif, malgré l'enlèvement des terres alcalines et la transformation des phosphates neutres en phosphates acides, car, si on lui restitue, par un simple lavage à l'eau calcaire ou alcaline, suivi d'un lavage à l'eau distillée, les bases qu'il a perdues, et si on le sèche de nouveau à 30°, le chauffage à l'étuve vers 100° ne le transforme plus en amidon soluble.

Mais si, après traitement à l'acide, lavage et dessiccation, on le soumet à l'action de la chaleur sèche vers 100°, son état physique se modifie petit à petit, et il se transforme progressivement en amidon soluble. C'est grâce à l'absence de phosphates neutres que l'amidon peut se transformer par la chaleur en une modification soluble[2].

Lorsque son état physique a été ainsi modifié, sa solution colloïdale absorbe, pour sa saturation, la même quantité de soude ou de potasse que l'empois obtenu après dessiccation à 30°. Il résulte de mes dernières expériences que cette absorption d'alcali est due, exclusivement, à la transformation de phosphates acides en phosphates neutres, et nullement à une combinaison des bases avec l'amidon. Au point de vue chimique, cette modification de l'amidon présente exactement les mêmes propriétés que l'amidon primitif, mais l'addition de chaux ou de soude, au produit soluble, ne permet plus de le transformer en empois.

Cette petite digression était nécessaire pour établir qu'entre les expériences de M. Fouard et celles que je vais rapporter, il n'y a nulle contradiction.

M. Boidin avait déjà attiré l'attention sur la facilité avec laquelle on peut solubiliser les moûts de grains sous pression lorsqu'on a soin de transformer les phosphates neutres qu'ils contiennent en phosphates acides. Il attribue aux phosphates neutres une influence gênante, et aux phosphates acides une influence favorisante. Les températures auxquelles il opère sont telles (150°) que l'amidon non seulement est liquéfié, mais encore saccharifié. Nous avons repris ces expériences, M. Fernbach et moi, en nous servant d'un amidon très pur et très voisin de la neutralité, et nous avons eu soin de ramener la réaction de l'empois à la neutralité parfaite avant d'y ajouter les substances dont nous voulions mesurer les effets. Nous avons comparé entre elles les viscosités obtenues par un chauffage à 120° pendant trente minutes, mais nous n'avons pas observé dans ces conditions d'action saccharifiante avec le phosphate acide.

Nous avons pu constater ainsi que l'optimum correspond à la neutralité à l'orangé. Celle-ci est obtenue quand les phosphates neutres sont transformés en phosphates acides, et lorsque l'amidon ne renferme que des sels neutres à l'orangé. On obtient ce résultat par addition d'acide sulfurique en présence de cet indicateur. Des traces d'alcali, de terres alcalines, d'ammoniaque même, empêchent la liquéfaction, grâce à la transformation des phosphates acides en phosphates neutres.

Ces derniers, à des doses très faibles, exercent donc naturellement une influence anti-liquéfiante.

La liquéfaction diastasique des empois obéit à des influences analogues.

Comme nous l'avons vu pour la liquéfaction sous pression, c'est la neutralité au méthylorange qui favorise le plus l'action diastasique liquéfiante. Les terres alcalines, les alcalis, les phosphates neutres (alcalins à l'orangé), entravent considérablement cette action. Un petit excès d'*acide minéral libre* contrarie fortement l'action diastasique. Cette influence gênante est encore bien plus manifeste si, au lieu d'ajouter l'acide à l'empois avant l'addition de diastase, on ajoute l'acide directement à la macération de malt. Dans ce cas, l'effet est foudroyant et irrémédiable, car la neutralisation immédiate par un alcali de la totalité de l'acide ajouté ne rend pas à l'extrait de malt sa propriété liquéfiante. La macération de malt supporte beaucoup mieux l'addition d'acides organiques, tels que l'acide lactique ou l'acide succinique. Ce dernier surtout est facilement supporté par la diastase à des doses assez fortes et son influence favorisante est très remarquable si le temps de contact n'est pas trop prolongé. Les phosphates acides, à doses massives, exercent également une action favorable sur la diastase, grâce à leur faible acidité.

Les sels neutres sont sans action appréciable.

Il se dégage des expériences de M. Fouard et des nôtres que, dans les phénomènes de liquéfaction, de coagulation et de décoagulation, les principaux facteurs qui entrent en jeu sont : 1° la réaction des sels ; 2° l'état physique de l'amidon.

Telles sont, brièvement résumées, les dernières recherches sur cette question si complexe de l'amidon. Le moment n'est peut-être pas éloigné où, grâce aux efforts combinés de la Physique, de la Chimie et de la Physiologie, nous verrons s'enchaîner harmonieusement des faits qui, hier encore, ne semblaient avoir entre eux que des liens bien fragiles.

J. Wolff,
Attaché à l'Institut Pasteur de Paris.

[1] Avant son séjour à l'étuve à 100°.
[2] Ce fait ressort de nombreuses expériences.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Fourrey (E). — **Curiosités géométriques.** — 1 *vol.* de VIII-427 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Vuibert et Nony, éditeurs. Paris*, 1907.

Comme dans ses « Récréations arithmétiques », l'auteur a voulu instruire en récréant. Rien de didactique, ni même de systématique. Pas d'autre lien entre les divers chapitres que le souci de rester élémentaire. Ainsi, après quelques pages historiques et critiques sur les « définitions », viennent les vingt-quatre types de démonstrations du théorème de Pythagore, et, entre ce chapitre et les « Paralogismes », s'intercale l'étude détaillée de « casse-tête » géométriques. La deuxième partie (la Géométrie de mesure) débute par « les ancêtres de nos instruments de dessin et de topographie » et continue par la mesure des polygones et du cercle, et de leurs divisions, puis par la stéréotomie. Il n'y est naturellement pas question des procédés ordinaires et généraux que tous les livres de Géométrie enseignent à grand renfort de théorèmes; on y trouve les solutions particulières et surtout les curieuses méthodes de l'Antiquité et du Moyen-Age.

Une dernière partie traite d'applications diverses : géométrie et calcul, mélanges historiques. A signaler une intéressante étude sur les alvéoles des abeilles.

Le volume ne contient pas, à proprement parler, des « Récréations » et « Jeux » (comme dans Lucas ou Ahrens, par exemple), mais aussi la rubrique « subtilités » y est réduite judicieusement à très peu de chose.

En résumé, l'ouvrage, qui contient une foule de notes bibliographiques et historiques, peut être recommandé à ceux qui, possesseurs des éléments, veulent perfectionner et aiguiser leur esprit. Une dernière remarque : A la tête du livre est une esquisse de l'Histoire de la Géométrie élémentaire. Qu'il soit permis de constater ici et de regretter qu'on en soit encore en France à attendre une Histoire en quelque sorte définitive des Mathématiques. A cet égard, l'Allemagne possède les excellentes « Vorlesungen über Geschichte der Mathematik » de M. Cantor. E. Demolis,

Professeur à l'École professionnelle de Genève.

Féret (R.), *Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique, Chef du Laboratoire des Ponts-et-Chaussées de Boulogne-sur-Mer.* — **Etude expérimentale du Ciment armé.** — 1 *vol gr. in-8° de l'Encyclopédie industrielle Lechalas, de* 777 *pages, avec* 196 *figures. Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1907.

La première partie décrit les expériences effectuées depuis treize ans, on peut presque dire depuis les premières applications du ciment armé. Certaines de ces expériences ont été exécutées par des méthodes assez rudimentaires, beaucoup moins précises que celles qu'on emploie aujourd'hui. L'auteur a pensé avec raison qu'elles pouvaient néanmoins donner des indications utiles, notamment des arguments pour ou contre les nouvelles théories qu'on pourra émettre sur le ciment armé.

Une chose en effet, ressort, clairement de la seconde partie, consacrée aux théories et calculs : c'est que la théorie du ciment armé est loin d'être fixée. Cette seconde partie montre la difficulté du problème, par la multiplicité même des facteurs qu'il faudrait faire intervenir pour pouvoir calculer exactement un ouvrage quelconque en ciment armé. Heureusement, dans la pratique, une pareille précision n'est pas nécessaire.

La bibliographie qui suit réunit en une nomenclature fort complète les livres et articles publiés sur la question, classés méthodiquement pour que le lecteur y trouve groupés les documents relatifs à tel point qui l'intéresse.

Enfin, dans une quatrième partie, l'auteur expose des aperçus nouveaux sur les résistances des mortiers et bétons aux divers genres d'efforts, agissant avec ou sans chocs, exercés d'une manière continuellement croissante ou répétés un grand nombre de fois. En particulier, il donne beaucoup de détails sur l'adhérence de ces matériaux entre eux et avec les pierres et le fer, question très peu étudiée jusqu'ici.

Le livre est riche en documents et chiffres de toute espèce, fort bien présentés et commentés par un spécialiste de premier ordre. Gérard Lavergne,

Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Hobart (H. M.), *Membre de l'Institut britannique des Ingénieurs électriciens.* — **Moteurs électriques à courant continu et alternatif. Théorie et construction.** — *Traduit de l'anglais par* F. Achard, *Ingénieur à la Société alsacienne de Constructions mécaniques.* — 1 *vol. gr. in-8° de* 459 *pages avec* 526 *figures et* 2 *planches.* (*Prix* : 25 *fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

Le nom de M. Hobart commence à être bien connu des électriciens en Angleterre, aux Etats-Unis et en Allemagne, et son livre sur les moteurs électriques a rencontré dans ces trois pays un éclatant succès. Aussi faut-il féliciter M. Achard de l'avoir mis à la portée du public français.

L'étude des moteurs électriques a fait déjà l'objet de nombreux ouvrages. Mais la plupart nécessitent une application de connaissances mathématiques élevées. L'ouvrage de M. Hobart, au contraire, a été conçu dans un esprit essentiellement pratique, l'auteur s'efforçant de mettre en relief les questions les plus importantes en les présentant sous une forme qui permet de renoncer presque entièrement à l'emploi des formules algébriques. La question de la commutation dans les moteurs à courant continu est, entre autres, traitée par une méthode très simple; et la déduction, faite sur un exemple numérique, de la théorie du moteur asynchrone triphasé est également à signaler.

L'absence de formules est, d'ailleurs, compensée par une riche série d'exemples numériques, où les calculs entiers de moteurs de différentes provenances sont développés dans tous leurs détails. C'est là le guide le plus sûr qu'un calculateur novice puisse rencontrer, tandis que le praticien trouve un vif intérêt à comparer ces exemples avec le fruit de sa propre expérience.

Nous ne doutons pas que praticiens et étudiants ne fassent un accueil favorable à l'ouvrage de M. Hobart.

Dufour (A.), *Ancien élève de l'Ecole Normale Supérieure, Professeur au Lycée Louis-le-Grand.* — **I. Sur les spectres de l'hydrogène. — II. Sur l'action de l'hydrogène sur le silicium et la silice.** (*Thèses de la Faculté des Sciences de Paris*). — 1 *vol. in-8° de* 102 *pages avec* 4 *planches en phototypie. L. Barnéoud, imprimeur. Laval*, 1907.

L'étude de M. Dufour est surtout recommandable par le soin avec lequel il s'est attaché à varier les conditions dans lesquelles il a produit les spectres de l'hydrogène pur. Il s'était principalement donné pour

but de rechercher l'origine du second spectre de ce gaz, spectre à lignes nombreuses et peu intenses, qui fut jadis attribué à l'acétylène, mais que, contrairement à l'opinion de Cornu, les recherches plus récentes de Ames, de Hutton, de Schumann, de Lewis, de Parsons, ont bien rattaché à l'hydrogène. M. Dufour a voulu, par des expériences plus nombreuses et plus variées que celles de ses devanciers, et en construisant avec grand soin des tubes en silice ou en anhydride borique fondu, écarter quelques doutes qui subsistaient encore à la suite des travaux de Richards sur le rôle de la vapeur d'eau dans la production des deux spectres de l'hydrogène. L'étude des tubes de Geissler sous faible pression, aussi bien que celle des tubes à arc sous forte pression, dans des conditions qui excluent absolument la présence de tout composé carboné, ou d'hydrogène silicié, ou de la vapeur d'eau, amènent l'auteur à la conclusion bien établie : que le spectre constitué par l'ensemble des raies Hα, Hβ, Hγ... et du second spectre est caractéristique du gaz traversé par la décharge, et que ce spectre est bien celui de l'hydrogène sec. Quant au spectre obtenu par la décharge dans la vapeur d'eau sous une pression de quelques centimètres de mercure, il est composé à peu près uniquement du spectre stellaire de l'hydrogène, Hα,Hβ,Hγ..., obtenu aussi bien dans ce gaz absolument sec ; il n'est donc pas dû à la vapeur d'eau elle-même, mais au produit de sa dissociation. Après avoir reproduit les tables λ des raies du second spectre obtenues par Hasselberg, puis par Frost, M. Dufour fait connaître celles qu'il a mesurées entre λ4935 et λ3662 avec un réseau concave de 3 mètres de rayon, en faisant jouer à la partie capillaire de son tube de Geissler, donnant une image linéaire, le rôle de fente. A notre avis, l'auteur eût été mieux inspiré en projetant sur la fente conservée l'image, observée « en bout », du tube placé horizontalement, celui-ci pouvant d'ailleurs être en verre ordinaire, car la translucidité de cette matière est complète pour les radiations dont il s'agit. On eût obtenu ainsi des lignes beaucoup plus vives, facilement photographiables dans les spectres du second et du troisième ordre, en donnant une exactitude plus grande que la demi-unité d'Angström. En se contentant de cette approximation, il eût été plus avantageux d'employer un spectrographe à prisme, comme l'a fait, par exemple, Eder dans son beau travail sur le spectre de flamme de l'hydrogène (spectre de la vapeur d'eau) que M. Dufour ne cite pas. Cette légère critique étant faite, nous constaterons tout l'intérêt que présente, dans ce mémoire, l'étude du phénomène de Zeeman dans le second spectre, avec un tube introduit dans un électro-aimant, la décharge se produisant parallèlement aux lignes de force. Le plus grand nombre des lignes est insensible au champ magnétique ; parmi celles qui se dédoublent, la plupart présentent le phénomène normal : écartement maximum pour les composantes polarisées parallèlement aux lignes de force. Quelques raies présentent le phénomène inverse, dont on connaît peu d'exemples. En discutant différentes hypothèses suggérées par tous ces faits, l'auteur conclut à la probabilité de la dissociation de l'hydrogène, en faible proportion sans doute, et se produisant vers 1.100° ; cette théorie, comme celle des ions, explique l'absence du second spectre de l'hydrogène dans le spectre de la vapeur d'eau, et donne une interprétation suffisante des différents spectres fournis par les tubes à hydrogène et par les astres. Ce Mémoire tire surtout son intérêt des conditions variées mises en jeu et des précautions, rationnellement observées, pour la préparation des expériences.

Il est suivi d'une seconde thèse portant spécialement sur l'action exercée par l'hydrogène sur les tubes de silice, et sur la réduction de celle-ci à haute température, ce qui explique les expériences de Boussingault et de Schutzenberger sur la siliciuration des creusets de platine.

A. DE GRAMONT,
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles

Lucas (C. P.). — **A historical Geography of the British Colonies.** *Tome I.* **The Mediterranean and Eastern Colonies.** *2e édition, revisée par* M. R. E. STUBBS. — 1 *vol. in*-18 *de* 304 *pages, avec figures et cartes.* (*Prix* : 6 fr. 25.) *The Clarendon Press. Oxford*, 1906.

Cet ouvrage, qui en est à sa deuxième édition, est l'une des meilleures géographies élémentaires des colonies anglaises. Le premier volume concerne les possessions qui se trouvent sur ou près de la grande route commerciale des Indes et de l'Extrême-Orient : Gibraltar, Malte, Chypre, Aden, Somaliland britannique, Ceylan, les Maldives, Maurice et ses dépendances, les Seychelles, les Etablissements du détroit de Malacca, les Etats Malais fédérés, Bornéo, Labouan, Brunei, Sarawak, Hongkong et Wei-ha-wei.

Pour chacune de ces possessions, l'auteur donne une courte histoire de la colonie, le mode d'administration actuel, la géographie physique, les productions du sol, la description de la population et des villes, le commerce et les voies de communication. De bonnes cartes accompagnent le texte.

Cet ouvrage rendra service à tous ceux qui veulent acquérir une idée générale de ce que sont les colonies de nos voisins d'outre-Manche.

Massart (J.), *Professeur à l'Université de Bruxelles.* — **Recueil de l'Institut botanique Léo Erréra.** *Tome VI. — 1 vol. gr. in 4°.* (*Prix* : *25 francs.*) *Lamertin, éditeur. Bruxelles*, 1907.

Ce recueil, fondé par Erréra, est continué maintenant sous la direction de M. Massart. Le tome VI contient les travaux récents de l'Institut botanique de Bruxelles, et parmi eux quelques Mémoires d'Erréra laissés inachevés par sa mort, mais que ses collaborateurs et élèves ont mis au point, grâce aux notes détaillées laissées par le regretté savant. Les travaux contenus dans le sixième volume sont les suivants :

J. MASSART. — *Sur l'irritabilité des plantes supérieures* (pp. 1-56).

I. La position d'équilibre des plantes supérieures est amenée par le conflit ou la collaboration de multiples facteurs : nastisme, géotropisme, phototropisme, etc. De nombreux organes ne sont pas réellement en équilibre ; tel est le cas des rameaux couchés, qui tendent naturellement à se relever, mais qui sont maintenus de force en direction horizontale par suite de l'absence de zone motrice dans leurs tissus.

II. Les résultats du premier chapitre sont complétés par les observations sur l'inégale croissance en épaisseur des *Ficus* grimpants. Divers excitants modifient la croissance et déterminent un véritable balancement. L'interférence de la lumière avec la croissance en épaisseur est très nette dans les rameaux et les tiges aériennes des *Ficus* grimpants, la face la moins éclairée étant celle qui s'épaissit le plus. Cette action de la lumière est due non à son intensité, mais à sa direction.

III. Trois sortes de racines aériennes se rencontrent sur les *Ficus* grimpants : 1° des racines adhésives précoces, naissant sous les nœuds, sur n'importe quelle face ; elles croissent devant elles jusqu'à ce qu'elles rencontrent un obstacle ; 2° des racines adhésives tardives, naissant sur tout l'entre-nœud à la limite de l'ombre et de la lumière ; elles fixent la lumière et sont sensibles au contact ; 3° des racines nourricières, qui naissent sur la face des rameaux tournée vers la terre ; elles fixent la lumière, descendent vers la terre et s'y ramifient.

PH. MOLLE. — *Un alcaloïde dans* Clivia miniata *Benth.* (pp. 57-72 avec 2 pl. color.).

L'auteur a découvert dans le *Clivia miniata* un alcaloïde qu'il nomme *cliviine* et qui est contenu dans

toutes les parties de la plante. Dans la racine, le rhizome et la feuille, il est localisé dans les cellules à raphides et les cellules compagnes des tubes criblés; dans les feuilles très jeunes, il peut aussi en exister dans l'épiderme et dans quelques cellules du mésophylle. Dans la hampe florale, les rayons de l'ombelle et la paroi de l'ovaire, on rencontre la cliviine dans les cellules à raphides. Le tégument externe de l'ovule, le style, les étamines et les pétales en renferment également.

L. Erréra. — *Sur la limite de petitesse des organismes* (pp. 73-82).

On peut admettre avec une grande probabilité qu'il ne saurait exister d'organismes qui soient, quant aux dimensions, aux Bactéries ordinaires, ce que celles-ci sont aux êtres supérieurs : l'existence de microbes quelques centaines de fois plus petits que ceux que nous connaissons serait déjà une impossibilité.

Joséphine Wéry. — *Quelques expériences sur l'attraction des Abeilles par les fleurs* (pp. 83-124).

Pour l'Abeille, l'attraction exercée par la forme et le coloris des fleurs est environ quatre fois plus forte que celle qu'exercent leur pollen, leur parfum et leur nectar réunis.

L. Erréra. — *Conflits de préséance et excitations inhibitoires chez les végétaux* (pp. 125-152, avec 6 pl.).

Lorsqu'on a brisé la flèche d'une Conifère, celle-ci se trouve remplacée par d'autres rameaux. Dans les *Picea*, les *Abies*, *Larix*, *Pinus*, etc., c'est l'une des branches les plus proches du sommet qui se substitue à lui; de plusieurs branches à peu près équidistantes, c'est celle qui déjà s'est montrée la plus vigoureuse qui l'emporte. Tant que le sommet existe avec sa vigueur normale, le relèvement n'a pas lieu, même si l'on a complètement enlevé l'écorce au-dessous de lui par annélation. Il semble que, dans ce cas, l'influence du sommet, autrement dit son action inhibitoire, se transmet par l'intermédiaire des cellules de la moelle et des rayons médullaires.

Chez les *Araucaria*, la suppression du sommet n'entraîne pas le relèvement d'un rameau latéral : il se développe au-dessous du sommet lésé des bourgeons qui se substituent à lui. De plus, l'annélation élimine totalement l'influence inhibitoire du sommet, qui semble alors se transmettre exclusivement par l'écorce.

En résumé, on peut admettre que le sommet envoie vers les rameaux latéraux des excitations inhibitoires qui les empêchent soit de se développer (*Araucaria*), soit de se redresser (*Picea*). Cette action cheminerait en descendant tantôt exclusivement par l'écorce, tantôt par toutes les cellules du tronc; elle peut même se transmettre de la flèche du sujet à un rameau latéral greffé.

F. van Rysselberghe. — *Sur les propriétés physico-chimiques des mélanges dissous et la détermination physiologique de leur pouvoir osmotique* (pp. 157-221).

Il est presque impossible de résumer ce travail, bourré de chiffres; nous en extrairons seulement ces données: 1° que les travaux basés sur l'analyse de la pression osmotique cellulaire sont entachés d'erreur s'ils ne tiennent pas compte de la dissociation particulière des corps dissous dans le suc cellulaire ; 2° que la théorie de Mac Gregor sur la condition d'équilibre et la constitution intime des mélanges d'électrolytes dissous, ainsi que la théorie des solutions isohydriques d'Arrhenius, qui lui sert de base, sont bien fondées.

L. Erréra. — *Sur les caractères hétérostyliques secondaires des Primevères* (p. 225-256; avec 1 pl.).

Chez le *Primula elatior*, il existe deux formes: *macrostyle* et *microstyle*, différant non seulement par le pollen et les papilles stigmatiques, mais encore par la hampe, les feuilles et le poids des graines (celles des fleurs macrostyles sont plus légères). D'autre part, les fleurs microstyles sont plus souvent que les autres l'objet d'une fécondation directe. Si donc l'équilibre est maintenu entre les deux formes, c'est grâce à l'existence de caractères hétérostyliques secondaires qui rendent les fleurs macrostyles plus voyantes et par suite plus attractives pour les insectes, augmentant ainsi les fécondations homomorphes donnant un excès d'individus macrostyles qui compense la prédominance des pieds microstyles.

A. Jacquemin. — *Sur la localisation des alcaloïdes chez les Légumineuses* (pp. 257-297 ; avec 4 pl.).

Dans les Légumineuses à alcaloïdes, l'épiderme, les tissus parenchymateux et la moelle renferment le maximum de substance active. Les cotylédons en sont très riches, mais la proportion diminue beaucoup pendant le verdissement ou l'étiolement. Les téguments de la graine en contiennent rarement; enfin, il y en a de grandes quantités dans les points végétatifs de la tige, de la racine et des bourgeons.

L. Erréra. — *Sur l'hygroscopicité comme cause de l'action physiologique à distance, découverte par Elfving* (pp. 303-366 ; avec 5 pl.).

Les expériences d'Erréra ont été faites principalement avec des cultures de *Phycomyces nitens*, et quelques-unes avec des racines de Pois, Fève, Maïs, etc. Il en résulte que seuls les corps hygroscopiques exercent une action attractive sur les filaments du Champignon ou les racines des plantes en observation. Dans les phénomènes découverts par Elfving, l'agent inconnu qui attire ou repousse est tout simplement la vapeur d'eau ; l'action exercée par certaines autres substances provient de ce qu'elles absorbent ou émettent de l'eau. Elle dépend, bien entendu, de la température, de l'état hygrométrique et aussi de la rapidité du phénomène ; ce n'est que dans certaines conditions d'optimum que le tropisme se manifestera.

(Ce Mémoire est accompagné de deux annexes, l'une de Clautriau sur l'hygroscopicité du camphre, l'autre montrant que la culture de *Phycomyces* sur pain élève sensiblement la température du milieu nutritif.)

M. Maltaux et J. Massart. — *Sur les excitants de la division cellulaire* (pp. 369-421 ; avec 5 pl.).

Ce Mémoire renferme une série d'expériences sur le *Chilomonas Paramæcium*, faites en vue d'étudier l'influence des facteurs externes sur la karyokinèse. La chaleur et l'alcool accélèrent la division du *Chilomonas*, et cette accélération est d'autant plus vive que la température ou la concentration de l'alcool sont plus élevées. Un échauffement brusque provoque la division d'un grand nombre de cellules. L'addition d'alcool donne la même réaction que l'échauffement, mais le nombre de cellules entrant en division est plus considérable : c'est ainsi qu'en ajoutant à la culture 6 °/° d'alcool, toutes les cellules se sont déjà divisées au bout d'une heure, et 48 °/₀ des cellules se divisent une seconde fois.

La lumière atténue légèrement le phénomène.

Les auteurs admettent que l'on peut considérer la division du *Chilomonas* comme un réflexe non nerveux dont on connaît les principales phases et dont on peut à volonté faire varier l'intensité.

Par contre, ni la lumière, ni la température ne semblent avoir d'action sur la karyokinèse dans les racines d'*Allium Cepa*, et les résultats obtenus avec des tiges d'*Asparagus officinalis* sont tout à fait imprécis.

Nous ne terminerons pas cette rapide analyse sans dire toute la satisfaction que nous avons éprouvée à la lecture de ces très intéressants travaux et sans formuler le vœu que l'activité des continuateurs du regretté

Erréra permette à l'Institut botanique de Bruxelles de publier souvent des recueils d'un aussi haut intérêt.

L. Lutz,
Secrétaire général
de la Société botanique de France.

4° Sciences médicales

Bériel (Dr), *Ancien Interne des Hôpitaux de Lyon, Préparateur au Laboratoire d'Anatomie pathologique de la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Syphilis du poumon chez l'enfant et chez l'adulte.** — *1 vol. in-12 de 340 pages. (Prix : 4 fr.) Steinheil, éditeur. Paris*, 1907.

C'est toujours une certitude délicate à obtenir que celle de la nature des manifestations viscérales de la syphilis. Quel que soit le parenchyme atteint par la syphilis, le constat anatomique lui-même n'apporte pas toujours des preuves irréfragables ; et le diagnostic clinique, si important à établir puisqu'il aboutit à une thérapeutique vraiment active, en est presque toujours réduit à des hésitations et à des tâtonnements. Bien souvent, on vise la maladie « au jugé » ; on soupçonne fort que c'est à elle qu'on a affaire ; on n'en est pas sûr. C'est pourquoi toutes les études propres à préciser les caractères de la syphilis viscérale retiennent l'attention, en attendant que des éléments de diagnostic plus définitifs soient mis en notre possession, tels que ceux que la découverte du regretté Schaudinn peut faire entrevoir.

M. Bériel a étudié une des plus confuses de ces manifestations : la syphilis pulmonaire. Les lésions syphilitiques du poumon sont, la plupart du temps, confondues avec la tuberculose. Leur diagnostic différentiel repose sur un contrôle anatomique. La syphilis détermine dans le poumon la production de groupements cellulaires qu'on appelle des gommes. Celles-ci forment des masses arrondies, assez dures, d'une couleur blanc grisâtre et d'un volume variable. Les plus petites sont à peine appréciables à l'œil nu, les plus grosses atteignent les dimensions d'une mandarine. M. Bériel semble mettre en doute l'existence des petites gommes microscopiques et dit — à tort, croyons-nous — que ces gommes miliaires ressortissent à la tuberculose. Les gommes peuvent siéger dans tous les points du poumon : souvent, elles font saillie sous la plèvre. Quand la gomme est bien développée, elle présente à la coupe une partie centrale nécrosée, où l'on trouve parfois les vestiges d'un vaisseau, et une partie périphérique formant autour de la précédente un véritable anneau fibreux. Cette coque fibreuse est quelquefois séparée de la partie centrale, qu'elle contient comme la coque d'une amande son noyau. Il arrive aussi que des tubercules (non syphilitiques) soient ainsi encapsulés et prennent l'aspect de gommes, ce qui prête à la confusion. Il n'y a pas d'ailleurs de signes histologiques pathognomoniques qui permettent d'affirmer la nature syphilitique d'une production gommeuse. Et s'il arrive que les deux affections, syphilis et tuberculose, coïncident chez le même sujet, la confusion est inextricable.

Outre les gommes pulmonaires, la syphilis détermine la production de bandes scléreuses, dures, qui forment des brides à direction plus ou moins rayonnée, des sortes de travées fibreuses, qui donnent à l'organe l'aspect ficelé. Autour d'elles se développent les néoformations à épithélium cubique que Cornil, puis Tripier ont décrites.

M. Bériel a traité avec détail et précision la partie histologique. Les figures données pour éclairer le texte sont assez nombreuses, malheureusement rudimentaires. Elles suffisent pour évoquer un souvenir chez le lecteur habitué à examiner des coupes, mais elles ne peuvent servir, ni à une étude critique, ni à l'enseignement. C'est dommage qu'un histologiste distingué tel que l'auteur se soit contenté de ces images, alors qu'il était édité chez M. Steinheil, dont l'illustration histologique est particulièrement soignée dans maints ouvrages sortis de sa maison.

C'est chez le nouveau-né hérédo-syphilitique et qui meurt peu de temps après la naissance qu'on a des chances de trouver les lésions les plus pures. Aussi le soin que met M. Bériel à décrire la pneumonie blanche des nouveau-nés est-il très justifié. Cette pneumonie transforme le poumon du fœtus, souvent à peine viable, en un bloc massif de couleur blanchâtre, faiblement rosé, comparable aux lésions compactes appelées hépatisations. Mais, à l'inverse du poumon vraiment hépatisé, imperméable à l'air par suite de l'encombrement alvéolaire, le poumon blanc du nouveau-né se laisse distendre par l'insufflation. Levaditi, Bériel et Favre, Jambon ont pu trouver dans les néoformations pulmonaires le tréponème de Schaudinn, agent causal de la syphilis.

Les lésions de l'adulte sont la pneumonie syphilitique et les dilatations bronchiques. Celles-ci sont généralisées et se présentent souvent sous la forme d'agglomérations de petites ampoules. Elles convertissent une zone pulmonaire en un véritable tissu aréolaire, ou bien déterminent de véritables cavernes et des ulcères. Les parois des bronches dilatées sont assez constamment noyées dans un tissu fibrillaire, vasculaire, et infiltré de petites cellules. M. Bériel, à propos des foyers nécrosés, insiste sur l'importance d'en reconnaître histologiquement l'origine bronchique.

A signaler le chapitre du développement et de l'évolution des gommes. L'auteur montre bien que la gomme n'est pas une production spéciale, toujours identique à elle-même, mais qu'au contraire elle diffère suivant le tissu où elle se développe. Dans le poumon, on y reconnaît le tissu pulmonaire même, et cela tient à ce que les oblitérations artérielles locales jouent un rôle prédominant. La gomme serait donc tout à fait comparable à un infarctus. Cela est très important à considérer à cause de l'avenir des gommes, puisqu'elles peuvent se résorber, aboutir à une rétraction cicatricielle, c'est-à-dire à la guérison.

M. Bériel passe ensuite en revue les diverses formes des pneumosyphilides : la syphilis pulmonaire congénitale de l'enfant nouveau-né, dont la plus typique est la pneumonie blanche ; les formes bronchitiques, broncho-pneumoniques, gangreneuses ; le poumon gommeux, ulcéro-gommeux ; la forme pneumonique ; les scléroses pulmonaires ; les bronchectasies et leurs variétés. Puis il étudie les conditions, encore très obscures, qui président aux déterminations pulmonaires de la syphilis, que celle-ci soit acquise ou héréditaire.

Les dilatations des bronches ont, dans l'étude de la syphilis pulmonaire, une grande importance. Elles sont si fréquentes que « l'on est en droit de se demander si toutes les dilatations bronchiques ne sont pas syphilitiques ou parasyphilitiques ». Cette notion a déjà été mise en relief par Tripier ; M. Bériel soutient cette même thèse et s'appuie sur les caractères des lésions anatomiques, tels que l'hyperplasie et la vascularisation du tissu atteint, les exsudations cellulaires et les néoformations alvéolaires à épithelium cubique. Il se base aussi sur ce fait que les bronchectasies se rencontrent près de la naissance et dans l'âge mûr, périodes de prédilection de la syphilis pulmonaire. En outre, les antécédents syphilitiques sont très fréquents chez les bronchectasiques.

L'ouvrage se poursuit par l'étude clinique des manifestations pulmonaires syphilitiques et leurs associations avec d'autres manifestations viscérales de la syphilis ou avec la tuberculose. La quatrième partie est consacrée au traitement, qui ne diffère pas de la médication spécifique usuelle.

Le travail de M. Bériel fait honneur à l'École de Lyon et constitue une monographie fort utile, qui non seulement met la question au point, mais élucide quelques parties obscures.

Dr A. Letienne.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 Mai 1907.

M. **A. de Lapparent** est élu Secrétaire perpétuel de l'Académie pour les Sciences physiques, en remplacement de M. Berthelot. — M. **J. Carpentier** est élu membre libre de l'Académie en remplacement de M. Laussedat.

1° Sciences mathématiques. — M. **Em. Picard** communique ses recherches sur une équation fonctionnelle qui se présente dans la théorie de certaines équations aux dérivées partielles. — M. **Ed. Maillet** poursuit ses études sur les fractions continues arithmétiques et les nombres transcendants. — M. **Ernest Fischer** démontre le théorème suivant : Soit Ω l'ensemble des fonctions réelles f d'une variable réelle x telles que f et f^2 soient sommables dans un intervalle fini. Si une suite de fonctions appartenant à Ω converge en moyenne, il existe dans Ω une fonction f vers laquelle elle converge en moyenne. — M. **S. Bernstein** propose une méthode générale pour la résolution du problème de Dirichlet. — M. **M. d'Ocagne** étudie la représentation des équations d'ordre nomographique 4, à 3 et 4 variables. — M. **Canovetti** déduit de ses expériences sur la résistance normale de l'air au mouvement des corps la formule : $R = 0{,}0324V^2 + 0{,}432V$. Quant aux surfaces avec angle d'incidence, la loi des sinus donne des résultats notablement supérieurs à ceux de l'expérience. — M. **Dautriche** a constaté que, lorsqu'on comprime un explosif sous des densités croissantes, la vitesse de détonation augmente d'abord, passe par un maximum, puis diminue suivant une loi asymptotique. — M. **Coggia** présente ses observations de la planète nouvelle ZB faites à l'Observatoire de Marseille. — M. **M. Stefanik** rend compte de l'expédition qu'il a entreprise au Turkestan pour l'observation de l'éclipse solaire du 14 janvier 1907; une chute de neige de vingt-quatre heures a empêché toute observation.

2° Sciences physiques. — M. **J. Becquerel** déduit de ses observations sur les changements des bandes d'absorption des cristaux que l'amortissement du mouvement vibratoire des électrons absorbant la lumière est sensiblement proportionnel à la racine carrée de la température absolue. — M. **M. Deprez** montre que, dans le condensateur parlant de M. Argyropoulos, l'adjonction de la force électromotrice auxiliaire permet d'accroître, dans une proportion presque aussi grande que l'on veut, l'intensité du son dû au mouvement vibratoire des armatures du condensateur. — M. **J. Guyot** a mesuré les différences de potentiel au contact de deux solutions d'électrolytes et a trouvé des résultats assez en accord avec la théorie de Nernst. — M. **G. Claude** compare les deux modes de détente employés dans la liquéfaction de l'air : détente avec travail extérieur récupérable et détente par simple écoulement. Le premier donne un rendement bien supérieur. — M. **L. Bruninghaus** poursuit l'étude de la phosphorescence des composés calciques manganésifères. Les composés de masses moléculaires de plus en plus élevées présentent des couleurs de phosphorescence de réfrangibilités croissantes et dont les spectres subissent un décalage progressif dans le sens des longueurs d'onde décroissantes. — M. **P. Lebeau**, en faisant réagir le fluor sur le sélénium dans un tube en cuivre, a obtenu un tétrafluorure liquide SeF^4; le composé gazeux obtenu par M. Prideaux dans un tube en verre paraît être un oxyfluorure. — M. **A. Job** a constaté que l'hydrate de cobalt, dissous en milieu alcalin, s'oxyde spontanément. Deux atomes de cobalt retiennent un atome d'O avec formation de Co^2O^3, et mettent en jeu un autre atome d'O qui se fixe sur le milieu organique jouant le rôle d'accepteur. — M. **O. Boudouard** a vérifié par l'analyse chimique l'examen micrographique et l'étude de la fusibilité l'existence du silicate aluminocalcique $SiO^2.Al^2O^3.2CaO$. — M. **L. Guillet** a reconnu que les aciers au bore normaux sont constitués par une solution solide fer-bore à très faible teneur en bore, de la perlite et un borocarbure de fer; ce dernier amène une très grande fragilité, qui disparaît par trempe lorsqu'il est entré en solution. — M. **A. Granger** propose l'emploi du permanganate de potassium pour éliminer l'hyposulfite de sodium qui reste dans les plaques photographiques après le fixage. L'excès de permanganate est éliminé à son tour par l'acide oxalique. — M. **A. Guyot**, en condensant les éthers oxaliques avec les amines aromatiques tertiaires, a obtenu comme produit ultime des acides hexalkyltriamidotriarylacétiques. — MM. **R. Lépine** et **Boulud** ont observé que la glycolyse normale du sucre virtuel du sang peut être troublée par l'action des ferments signalés par Mme Sieber et surtout abondants dans les sangs pathologiques. — M. **A. Mouneyrat** donne ses résultats de dosage du fer dans un grand nombre de tissus vivants. — M. **A. Magnan** a extrait les pigments d'un certain nombre de peaux de Batraciens, en faisant digérer celles-ci d'abord dans l'alcool absolu, qui dissout un pigment vert, puis dans l'acide acétique, qui dissout un pigment brun jaunâtre.

3° Sciences naturelles. — MM. **H. Busquet** et **V. Pachon** ont observé que la grandeur de l'action cardio-inhibitrice exercée par les divers sels de potassium paraît proportionnelle à la teneur des solutions en potassium ionisé. — M. **Ch. Janet** décrit les phénomènes d'histogénèse du tissu adipeux remplaçant les muscles vibrateurs histolysés après le vol nuptial chez les reines des Fourmis. — M. **W. Lubimenko** a constaté que l'assimilation des matières organiques emmagasinées dans les graines ou les bulbes par une plante supérieure est influencée par la lumière; son maximum correspond à une intensité lumineuse très faible. — M. **M. Molliard** a reconnu que la formation du liber intra-ligneux est liée à l'accumulation de matériaux organiques dans l'axe du radis. — MM. **J. Costantin** et **H. Poisson** décrivent quelques plantes à caoutchouc du sud de Madagascar : le *kokomba* (*Mascarenhasia Geayi*), le *kidroa* (*M. kidroa*) et les *Landolphia mamolava* et *mamavo*. — M. **L. Mangin** a observé que la membrane des carapaces de Péridiniens est constituée par de la cellulose associée à des composés pectiques et de la callose. — M. **M. Dubard** divise les *Illipées* en cinq genres : *Illipe*, *Payena*, *Kakosmanthus*, *Dasyaulus* et *Ganua*. — MM. **P. Girardin** et **F. Nussbaum** ont trouvé à la Chaux d'Arlier les traces de deux glaciations superposées, la plus ancienne débordant la plus récente. — M. **J. Thoulet** montre que, si, après avoir débarrassé un calcaire de la masse de son carbonate de chaux, on recueille par un traitement approprié les minéraux dits rares qui y sont contenus, ceux-ci, une fois reconnus au microscope, renseigneront sur les conditions de l'océan, disparu aujourd'hui, au sein duquel ils se sont déposés autrefois.

Séance du 21 Mai 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **J. Hadamard** montre que, malgré les recherches récentes de Goldzieher, l'objection de Dubois-Reymond relative à la variation des intégrales doubles reste fondée en fait. — M. **E. Cartan** démontre que les systèmes automorphes

qui se présentent dans l'intégration d'un système différentiel donné, admettant un groupe de transformations G de structure connue, s'intègrent au moyen d'équations différentielles et, suivant les cas, de systèmes d'équations aux dérivées partielles linéaires à une fonction inconnue d'un certain nombre de variables indépendantes. — M. **Barré** poursuit ses recherches sur les surfaces engendrées par une hélice circulaire. — M. **J. Guillaume** adresse ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le premier trimestre de 1907. Le nombre des groupes de taches et leur surface totale ont augmenté; il en est de même pour les facules.

2° Sciences physiques. — MM. **R. Benoit, Ch. Fabry** et **A. Pérot** ont procédé à une nouvelle détermination du mètre en longueurs d'onde de la raie rouge du cadmium ; ils ont trouvé comme moyenne que le mètre équivaut à 1.553.164,13 λ, la valeur de λ étant égale à 0,643.846.96 μ. — M. **A. de Gramont** a reconnu que les raies ultimes, ou de grande sensibilité, sont les mêmes pour l'étincelle condensée, avec ou sans self, pour l'étincelle non condensée, pour l'arc et pour les flammes très chaudes. — M. **H. Abraham** déduit de ses expériences que le seuil des sensations de l'oreille normale correspond à des variations de pression ayant une amplitude d'environ 4 dix-millionièmes de millimètre de mercure. — M. **D. E. Tsakalotos**, en combinant la loi de Trouton-Nernst avec l'équation de Van't Hoff et Le Chatelier, a obtenu la relation :

$$E = M \frac{1}{17 \frac{\log T}{T} - 0,3},$$

qui permet de calculer les élévations moléculaires des points d'ébullition des dissolutions en connaissant seulement le poids moléculaire du dissolvant et son point d'ébullition. — M. **J. Meunier** confirme, par de nouvelles expériences, la valeur de 200 mgr. au litre comme limite supérieure de l'inflammabilité des mélanges explosifs d'éther et d'air. — M. **M. Houdard**, en chauffant l'aluminium avec les métaux de la famille du fer dans une atmosphère d'H^2S, a obtenu des sulfures doubles $Al^2S^3.MnS$, $Al^2S^3.FeS$, $Al^2S^3.CrS$. — M. **E. Derome** a constaté que les silicates de lithium, chauffés à haute température, subissent une dissociation partielle avec dégagement de lithine à l'état gazeux. — M. **J. B. Senderens** a observé que le phosphore réagit catalytiquement à chaud sur les alcools, en les décomposant en eau et carbure éthylénique ; les phosphates, en particulier celui d'alumine, jouissent de la même propriété déshydratante. — MM. **A. Kling** et **P. Roy** ont reconnu que l'amalgame de magnésium agit sur des aldéhydes grasses pour les aldoliser comme le feraient les alcalis caustiques, puis réduit l'aldol formé. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe** ont étudié l'hydrogénation des dicétones forméniques par le nickel réduit. Les diones α ne sont pas dédoublées et donnent des produits d'hydrogénation régulière; les diones β se scindent et l'hydrogénation porte sur les tronçons; les diones γ donnent des diols et leurs anhydrides. — M. **W. Oeschsner de Coninck** a étudié les solutions aqueuses et alcooliques de *p*-oxybenzoate de calcium et déterminé leur poids spécifique. — M. **A. Guyot** décrit les produits de condensation de l'oxalate d'éthyle avec la diméthylaniline en présence d'$AlCl^3$; ce sont : le *p*-diméthylamidophénylglyoxylate d'éthyle, F. 95° ; le tétraméthyldiamidophénylglycolate d'éthyle, F. 112°, et l'hexaméthyltriamidotriphénylacétate d'éthyle, F. 176°. — M. **G. Darzens**, en condensant la cyclohexanone et ses homologues méthylés avec l'α-chloropropionate d'éthyle, a obtenu les éthers glycidiques trisubstitués correspondants, au moyen desquels on peut préparer l'hexahydroacétophénone et ses homologues méthylés. — M. **M. Delépine** a préparé les sulfocarbimides de la série grasse en combinant les amines avec CS^2, ajoutant de la soude, puis de l'acétate basique de plomb et portant à l'ébullition, ce qui provoque le dégagement de la sulfocarbimide. — M. **A. Magnan** décrit les propriétés des pigments qu'il a retirés de la peau des Batraciens ; les plus foncés peuvent passer aux plus clairs sous diverses influences, mais on n'a pas observé la transformation inverse.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Nepveu** a reconnu que les tissus de l'iris sont directement excitables par la lumière chez toutes les classes d'animaux à iris, sauf les Mammifères. — M. **G. Nicolas** a constaté que les différents organes aériens des plantes vasculaires ont chacun son intensité et son quotient respiratoires propres. Ceux qui sont chargés essentiellement de la fonction assimilatrice (limbe, phyllodes et cladodes) sont ceux qui ont l'intensité respiratoire la plus forte et le quotient respiratoire le moins élevé.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 14 Mai 1907.

M. **R. Brunon**, étudiant l'alcoolisme en Normandie, montre que les efforts courageux et tenaces des antialcooliques ont eu depuis une vingtaine d'années une influence incontestable sur les gens cultivés et la classe riche. Par contre, chez les employés, dans la classe ouvrière et parmi les paysans, l'alcoolisme augmente, surtout parmi les femmes et les enfants; l'adolescent et l'apprenti s'adressent de plus en plus à l'absinthe. — M. **G. Weiss** donne lecture d'un travail sur la détermination des verres périscopiques pour la correction des amétropies de l'œil. — M. **Darier** lit une note sur l'application des médicaments par injections intra-veineuses.

Séance du 21 Mai 1907.

M. **Doléris** présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **Ballenghien** concernant l'opération de Gigli dans la pratique obstétricale. Il lui paraît que la symphyséotomie reste actuellement supérieure à la pubiotomie comme résultats. — M. **Lannelongue** a reconnu que la toxicité urinaire s'élève dans l'appendicite aiguë en raison de la gravité de la maladie; lorsqu'elle descend à 25 urotoxies ou moins, elle est une indication pressante d'opérer immédiatement. Par contre, dans les appendicites prolongées ou chroniques, elle devient une contre-indication opératoire, réclamant un ajournement lorsque le malade est encore sensiblement infecté. — M. **N. Gréhant** rappelle qu'avant d'autoriser un ou plusieurs ouvriers à travailler dans un puits ou une fosse, il est bon d'y faire descendre par une corde une cage contenant un animal, afin de se rendre compte de la respirabilité des gaz du fond. — M. le Dr **Marage** lit un mémoire sur la portée de certaines voix. — M. le Dr **Béclère** donne lecture d'une note sur les phénomènes dits de préréaction, consécutifs à l'exposition de la peau aux rayons Röntgen et au rayonnement du radium. — M. **A. Broca** lit un travail sur la vision de signaux colorés à grande distance et la manière de les reconnaître. — M. le Dr **Cany** donne lecture d'un mémoire sur l'absorption par le poumon.

Séance du 28 Mai 1907.

MM. **L. Landouzy** et **L. Laederich** signalent un cas de malformation cardiaque et d'hypoplasie aortique chez une enfant née à terme, morte à dix semaines de broncho-pneumonie. Cette dystrophie cardio-aortique était d'origine hérédo-syphilitique, comme l'ont prouvé l'examen de la mère et la présence de spirochètes dans les tissus de l'enfant. Il semble que le traitement de lésions pareilles pourrait être avantageusement poursuivi par la médication spécifique. — M. **Lannelongue** donne quelques renseignements complémentaires sur la mesure de la toxicité urinaire dans les infections, l'appendicite en particulier. — M. le Dr **Bardet** lit un mémoire sur les propriétés physiques et chimiques des solutions colloïdales de métaux, considérées dans leurs rapports avec les applications thé-

rapeutiques. — M. le Dr **de Lapersonne** donne lecture d'un travail sur les indications et résultats du traitement optique dans le strabisme. — M. le Dr **Tscherning** lit un mémoire intitulé : Phénomène entoptique dépendant de la circulation du sang dans la rétine. — M. le Dr **Lepage** donne lecture d'une note sur l'opération césarienne tardive.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 11 Mai 1907.

La Commission nommée par la Société pour étudier la question de l'anthracose pulmonaire dépose les conclusions suivantes : 1° La Commission n'a pas constaté le passage de particules de charbon de l'intestin aux ganglions mésentériques dans les conditions primitivement fixées : cobayes sacrifiés six heures après l'introduction d'encre de Chine dans l'estomac, soit par ingestion, soit à la sonde. 2° D'autre part, la Commission a constaté le passage des poussières dans le cas d'ingestion répétée. Il serait désirable que les conditions exactes et le mécanisme du passage fussent l'objet d'études approfondies. 3° La Commission a réservé la question de l'anthracose pulmonaire.

MM. **M.** et **H. Labbé** rejettent toute méthode classique de dosage de l'urée par l'hypobromite comme ne donnant pas de résultats exacts. — MM. **E. Bourquelot** et **H. Hérissey** montrent que la sambunigrine est un dérivé de l'acide phénylglycolique droit; elle doit correspondre à un isomère encore inconnu de l'amygdaline. — MM. **Ch. Achard** et **R. Demanche**, en accroissant ou diminuant l'œdème par des actions mécaniques chez des malades, ont provoqué une concentration ou une dilution du sang de la circulation générale. — M. **F. Battelli** et Mlle **L. Stern** ont constaté que les substances des tissus animaux qui diminuent l'activité respiratoire des muscles sont précipitées par HCl ou l'acide acétique dilués; elles sont rendues inactives par l'ébullition. — M. **H. Roger** a observé que la salive rendue inactive par le chauffage vers 100° récupère en grande partie son action saccharifiante par addition de salive fraîche. — MM. **A. Policard** et **M. Garnier**, par injection de doses massives de phlorhizine dans le tissu cellulaire sous-cutané, ont déterminé des lésions rénales disposées en foyers circonscrits; l'altération porte uniquement sur l'épithélium à bordure striée des tubes contournés du rein et consiste dans une dégénérescence vitreuse caractéristique. — M. **G. Lafon** présente un nouvel appareil pour l'anesthésie. — MM. **E. Enriquez** et **L. Ambard** ont constaté que le régime déchloruré exalte les sécrétions déprimées par des lésions chroniques de l'estomac et, d'autre part, diminue l'hypersécrétion gastrique. — M. **M. d'Halluin** montre que l'épreuve de la réaction sulfhydrique, appliquée par Icard au diagnostic de la mort réelle, n'a pas une valeur absolue, car elle n'est souvent que la manifestation de putréfactions stomacales. — M. **R. Turro** a préparé la typhotoxine par dissolution du bacille d'Eberth dans la soude à 0,5 °/₀. — M. **E. Bardier** a reconnu que les sels de magnésie agissent sur le système neuromusculaire à la façon du curare. — MM. **G. Péju** et **E. Charpenan** signalent un cas d'anthracose pulmonaire avec hydrothorax à liquide noir constitué par des poussières de charbon en suspension. — M. **J. Arrous** estime que tous les sucres sont diurétiques; il n'y a entre eux à ce point de vue qu'une différence de degré. — M. **F. Guégen** présente une pipette protégée pour prélèvements aseptiques. — MM. **Ch. Dopter** et **Oberthur** ont provoqué expérimentalement l'encéphalite aigue en injectant dans la substance cérébrale du chien quelques gouttes de substances telles que : essence de térébenthine, alcool, éther, staphylotoxine. — M. **R. Dubois** montre que la luciférine, corps photogène extrait des siphons de la Pholade dactyle, prend naissance par l'action d'une zymase sur un autre produit qu'il appelle proluciférine. — MM. **Léopold-Lévi** et **H. de Rothschild** ont constaté que le corps thyroïde exerce une action trichogène sur le système pileux. La chute du sourcil est généralement une manifestation d'hypothyroïdie. — M. **A. Combault** a étudié la circulation dans les glandes calcifères des Lombrics. — M. **E. Feuillié** a observé qu'il existe un lien étroit entre l'existence dans le sang d'une plus ou moins grande quantité de leucocytes en voie de dégénérescence et la production de nodules, d'œdèmes ou d'abcès aseptiques provoqués. — M. **Ciuca** a reconnu que le froid a une action favorisante sur l'apparition du tétanos expérimental. — M. **M. Letulle** signale un cas de métamorphose cancéreuse des glandes brunnériennes du duodénum ; les autres glandes n'ont pas subi la transformation cancéreuse. — M. **H. Iscovesco** a constaté que la charge de l'ovalbumine coagulée est électropositive en présence du suc pancréatique; cette charge est inversée en présence de suc pancréatique dialysé ou bouilli. — M. **H. Piéron** signale chez les *Grapsius varius* une autotomie évasive, dépendant de ganglions supérieurs, c'est-à-dire apparaissant non comme un réflexe simple, mais comme un réflexe psychique, sinon un acte volontaire. — M. **R. Gaultier** estime que le sympathique, par l'intermédiaire de la circulation, joue un rôle de régulateur dans la sécrétion chlorhydrique de l'estomac. — MM. **M. Doyon**, **Cl. Gautier** et **A. Policard** montrent que la ligature du tronc coeliaque et de l'artère mésentérique supérieure, pratiquée chez le chien auquel on vient de faire subir l'extirpation de l'intestin, détermine en quelques heures des lésions rénales graves. — M. **A. Ronchèse** décrit l'application à l'urine de son procédé de dosage de l'ammoniaque par le formol. — MM. **C. Levaditi** et **Inmann** ont constaté que l'opsonine des sérums neufs (complément) et celle des sérums spécifiques (ambocepteurs) exagèrent la phagocytose, qui peut s'opérer aussi en dehors de leur intervention. Les substances opsonisantes, en se fixant sur le corps des microbes, déterminent un changement physico-chimique dans la constitution de l'enveloppe microbienne, changement qui rend les bactéries plus aptes à être englobées. — MM. **C. Levaditi** et **A. Marie** n'ont pu déceler, dans le liquide céphalo-rachidien des paralytiques généraux ayant donné une séro-réaction positive, des anticorps syphilitiques capables d'agir directement sur le *Treponema pallidum*. — MM. **H. Guillemard** et **R. Moog** montrent que les conditions climatériques qui caractérisent les grandes altitudes ne favorisent nullement l'exhalation de la vapeur d'eau.

Séance du 18 Mai 1907.

M. le Vice-Président annonce le décès de M. **A. Charrin**, membre de la Société.

M. **F. Guéguen** propose l'emploi de réactifs en poudre, obtenus en triturant finement dans un mortier les matières colorantes avec du sucre; ils permettent de préparer instantanément des solutions colorantes limpides. — Mlle **A. Drzewina** et M. **G. Bohn** ont constaté qu'il suffit d'un séjour de vingt-quatre heures dans une solution d'eau de mer pour exercer une action stimulatrice sur la croissance des embryons de *Rana temporaria* et de *Bufo vulgaris*; une solution isotonique de NaCl a peu ou pas d'effet. — M. **Ciuca** montre que l'hypothermisation favorise l'infection streptococcique par l'action nécrosante qu'elle exerce sur les leucocytes. — M. **Lafforgue** a obtenu des cultures homogènes et sans voile du *B. mesentericus* par ensemencement sur une vieille culture stérilisée et filtrée. — Mlle **E. Stefanescu** a reconnu que les corpuscules de Negri peuvent se trouver dans les glandes parotides des animaux enragés, mais que leur présence n'est pas constante. — M. **J. Salmon** estime que les formes variées des rudiments squelettiques des ectroméliens ne sont pas la conséquence d'un arrêt de développement des segments des membres; elles résultent, dans chaque cas particulier, d'un mode évolutif propre. — MM. **J. Basset** et **H. Carré** montrent que, chez le chien, la muqueuse digestive brusquement et

violemment congestionnée est perméable aux germes habituels de l'intestin. — M. H. **Iscovesco** a observé que la gélatine a une charge électropositive en présence d'eau distillée ou d'eau contenant des sels de métaux monovalents, et électronégative en présence de solutions de sels bivalents. — MM. H. **Rajat** et G. **Péju** ont trouvé des formes levures, voisines du muguet, dans le pus de cinq cas de lésions fétides, gangreneuses ou putrides, de l'appareil pleuro-pulmonaire. — M. **Ch. Hervieux** a reconnu que non seulement l'indol et le scatol, mais aussi les autres composés de la même série : méthyl-, diméthyl-, triméthyl- et éthylindol, sont dépourvus de toxicité. — M. **E. Maurel** a étudié l'influence des voies d'administration sur la dose minima mortelle de bromhydrate de caféine pour la grenouille et le lapin. — M. **G. Lafon** présente un appareil pour le dosage de l'urée et de l'azote total. — M. **E. Bataillon** a déterminé le moment des émissions polaires chez la grenouille rousse suivant la répartition topographique des œufs. — M. **M. Letulle** a étudié l'histogenèse de l'épithélioma cylindrique du gros intestin ; ses observations ne peuvent guère s'expliquer par la théorie parasitaire du cancer. — M. **P. Mulon** a constaté que, lorsque les surrénales ont longtemps fonctionné, ou beaucoup fonctionné, ou lorsqu'une surrénale a fonctionné seule à la place de deux, on y trouve plus de pigment et moins de graisse. — M. **H. Piéron** montre qu'il existe, dans l'autotomie protectrice des crabes qui semble devoir être considérée comme réflexe, des irrégularités difficilement explicables.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 7 Mai 1907.

M. **Ch. Pérez** présente ses recherches sur l'histolyse du tissu adipeux larvaire des Muscides; il y a résorption des cellules grasses par phagocytose leucocytaire, mais ce processus est loin d'être général pour toutes les cellules, chacune subissant des circonstances particulières individuelles. — MM. **H. Verger** et **Brandeis** ont injecté des cultures de streptocoque dans le sciatique du lapin et ont observé des lésions qui vont en décroissant à partir du quatrième jour. — MM. **Coyne** et **Brandeis** décrivent un fibrome lacunaire du sein dans lequel quelques culs-de-sac glandulaires ont subi une transformation de leur épithélium aboutissant à la constitution de masses cornées. — M. **J. Gautrelet** a observé des crises épileptiformes résultant de l'application à l'oreille du lapin d'une anode imbibée par une solution de sulfate de strychnine ou même par des solutions de NaCl, KCl, $CaCl^2$. L'épilepsie est précédée de phénomènes d'excitation, puis de paralysie. — M. **C. Sauvageau** confirme que la cause immédiate du verdissement des huîtres dites de Marennes est l'ingestion par elles d'une Diatomée, le *Navicula ostrearia*, qui possède une substance bleue fixée sur le protoplasma. — Le même auteur a observé que le thalle rampant des *Cladostephus* est formé originellement par l'accroissement, en largeur et en hauteur, de stolons rampants d'où s'élève un bouquet de filaments au milieu desquels prend naissance, également sur le stolon, la pousse indéfinie. — M. **J. Kunstler** a constaté que le poisson-chat (*Amiurus nebulosus*) détruit en général les autres poissons avec lesquels il se trouve et disparaît lui-même plus ou moins vite dans nos eaux. — M. **J. Chaine** a étudié la langue des Téléostéens; elle est dépourvue de formations musculaires, mais possède, par contre, des ligaments résistants.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 3 Mai 1907.

M. **V. Crémieu** : *Balances et navires auto-amortis.* Si l'on place dans l'intérieur d'un système oscillant quelconque un pendule, oscillant lui-même autour d'un axe coïncidant avec celui du système extérieur, on dispose ainsi d'une direction fixée dans l'espace, avec un couple déterminé. On peut utiliser cette direction fixe pour produire des mouvements d'un liquide entourant le pendule intérieur. La viscosité du liquide ainsi mise en jeu amortira les mouvements oscillatoires du système, sans que les effets capillaires ou des poussées viennent modifier l'équilibre. Ce système a d'abord été appliqué aux balances; il fonctionne bien pour de faibles sensibilités. Pour les hautes sensibilités, on rencontre des difficultés qui ne sont pas encore résolues. Pour les navires, très analogues aux balances, le système s'applique aussi très bien. Le modèle de navire présenté à la Société de Physique est amorti de telle façon que son coefficient de décroissement en eau calme, dont la valeur normale est égale à 0,02, se trouve, avec les amortisseurs, porté à 0,3. Un roulis sur houle synchrone, faisant 8° au point d'inflexion, se trouverait ainsi réduit de 24° à 5°5. — M. **Ch. Ed. Guillaume** : *Terrains polygonaux des contrées polaires.* Plusieurs explorateurs, en particulier Nordenskjöld, ont signalé la structure polygonale des terrains d'alluvion des contrées polaires, coupés par des fissures qui limitent des figures fermées dans lesquelles les hexagones prédominent. Au cours de la récente croisière au Spitzberg organisée par la *Revue générale des Sciences*, M. Guillaume a été très frappé par l'aspect de ces terrains, dont il a pris quelques photographies. Il les a vus notamment dans le fond d'Ice Fjord, le plus grand golfe du Spitzberg, situé vers 78° de latitude. Ces terrains s'étendent entre la mer et les premières pentes des montagnes; ils sont à peu près horizontaux, formés de sables argileux, stériles ou recouverts de saxifrages. Les polygones ont un diamètre de l'ordre de $0^m,30$; les fissures ont quelques millimètres de largeur et semblent atteindre une profondeur d'une vingtaine de centimètres. A cette profondeur, le terrain est encore gelé à la fin de juillet. M. Guillaume pense qu'on peut appliquer à la formation des fissures la théorie des tourbillons étudiés par M. H. Bénard. Au moment de la fonte des neiges, les terrains, gorgés d'eau, forment une sorte de boue liquide, dans laquelle de lents mouvements sont possibles. La température de la surface est comprise entre 0° et 4°, tandis que celle du fond est voisine de 0°. L'eau de la surface a donc une tendance à tomber et se trouve dans les conditions où des tourbillons peuvent se former. Comme appui à cette théorie, M. Guillaume mentionne l'observation, faite par M. P. Hastier, suivant laquelle certains polygones semblent fertiles et d'autres stériles dans toute leur étendue. On en conclurait que chacun d'eux forme bien une cellule isolée, dans laquelle une surface peut être entièrement fertile ou stérile, suivant la nature du terrain (tourbeux ou argileux) trouvé à une faible profondeur. M. Guillaume tient toutefois à donner, sous toutes réserves, la théorie qui précède. Il serait particulièrement intéressant d'observer ces terrains au printemps, à l'époque où l'existence des tourbillons pourrait être vérifiée. — M. **Henri Abraham** étudie le *rendement acoustique du téléphone et la sensibilité absolue de l'oreille.* Les courants électriques fournis par la ligne font vibrer la membrane du téléphone, et une partie de l'énergie de ces vibrations pénètre dans l'oreille. Quel rapport y a-t-il entre l'énergie utilisée par l'oreille et l'énergie fournie par la ligne? On a une évaluation *par défaut* de la puissance électrique dépensée, en multipliant la résistance de l'appareil par le carré de l'intensité du courant. On peut, d'autre part, obtenir une évaluation *par excès* de l'énergie utilisée par l'oreille en calculant l'énergie disponible dans les vibrations de la membrane : le rapport de ces deux quantités sera une limite supérieure du rendement cherché. L'auteur calcule que, pour un courant de 200 périodes, dont l'intensité maxima serait de 1/300 ampère, les puissances mises en jeu seraient :

Puissance électrique . . .	700 C.G.S.	(*par défaut*).
Puissance mécanique . .	1 C.G.S.	(*par excès*).

Le meilleur téléphone ne transmet pas à l'oreille la millième partie de l'énergie fournie par la ligne. Les

mesures qui viennent d'être rappelées, rapprochées de l'estimation du courant minimum nécessaire pour faire parler le téléphone, permettent de se faire une idée de l'extraordinaire sensibilité de l'oreille. — **M. G. Berlemont** décrit *un nouveau procédé de réglage des tubes à rayons X*. En plaçant dans le champ cathodique une tige d'aluminium convenablement préparée, si on relie cette tige à la cathode et que l'on fasse passer dans le tube un faible courant pendant deux ou trois minutes, il devient très dur et se maintient dans cet état; si, au contraire, on relie la tige à l'anode en laissant fonctionner le tube normalement, il mollit graduellement; ce moyen assez lent permet donc de ramener un tube trop dur à l'état voulu sans crainte qu'il devienne trop mou. Dans le cas de durcissement du tube, la tige d'aluminium reliée à l'anode et servant d'anode s'échauffe et dégage de l'hydrogène dans le vide; lorsque, au contraire, on veut durcir le tube, la tige étant reliée à la cathode, il se produit une absorption de l'hydrogène par cette tige. **M. P. Villard** rappelle à ce sujet qu'en 1897 il a présenté à la Société un régénérateur d'ampoules qui se composait également d'une électrode auxiliaire en aluminium ou en magnésium, et permettait de mollir ou de durcir à volonté l'ampoule qui en était munie. Ce dispositif a été peu après complètement abandonné, les praticiens ayant fait justement observer que la faible provision de gaz contenue même dans le magnésium était absolument disproportionnée avec les exigences d'un service intensif et qu'un véritable *robinet* serait nécessaire.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 10 Mai 1907.

M. Ch. Girard envoie un mémoire intitulé : *Sur la distillation des vins dans le vide*. — **M. C. Coffignier** adresse une note sur la composition du sulfure industriel de zinc. — **M. I. Lazennec** entretient la Société des recherches effectuées par lui, en collaboration avec **M. Ch. Moureu**, sur l'hydratation des amides des acides αβ- acétyléniques. — **M. L. Guillet** expose les méthodes qui lui ont permis de faire une étude approfondie des alliages étain-nickel. — **M. M. Delépine** a transformé l'éthylidène-imine (aldéhydate d'ammoniaque anhydre) en le dérivé trinitrosé ($CH^3.CH : Az.AzO)^3$ que laisse prévoir la formule trimérisée $(CH^3.CH : AzH)^3$, précédemment proposée par lui. Ce dérivé nitrosé est différent de celui que Kudernatsch a préparé à partir d'une base qu'il appela hexaéthylidène-tétramine, et obtint par chauffage de l'aldéhydate d'ammoniaque avec l'ammoniaque. M. Delépine montre que l'hexaéthylidène-tétramine est identique à la crotonylènamine de Wurtz. Il rappelle que la densité de l'aldéhyde crotonique est 0,8715 et non 1,033, comme cela est presque toujours indiqué. — **M. R. Delange** communique le résultat de ses recherches sur l'action du PCl^5 sur quelques composés aromatiques renfermant le complexe :

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 7 Février 1907.

Major W. H. Horrocks : *Expériences faites pour déterminer les conditions dans lesquelles des bactéries « spécifiques » dérivant des eaux d'égouts peuvent être présentes dans l'air des tuyaux de ventilation, des drains, des chambres d'inspection et des égouts.* La plupart des hygiénistes, à l'heure actuelle, croient que, lorsque les eaux d'égouts sont dans un état de putréfaction et que des bulles de gaz, s'élevant de ces eaux, s'échappent à leur surface, des bactéries peuvent être projetées dans l'air des égouts. On considère aussi comme possible que, lorsque les eaux d'égouts ont séché sur la surface des tuyaux, des bactéries puissent être séparées comme particules sèches et transportées à quelque distance par des courants d'air passant à travers les tuyaux. Mais il n'est pas généralement admis que le simple passage d'eaux d'égouts infectées à travers un système de drainage bien conduit, causera aussi la projection de bactéries spécifiques dans l'air contenu dans les tuyaux. Des expériences approfondies ont montré que : 1° l'éclatement des bulles à la surface des eaux d'égouts dans des conditions artificielles peut causer l'éjection de bactéries, lesquelles, s'il y a des courants d'air, peuvent être transportées à quelque distance ; 2° des bactéries spécifiques, ayant séché sur les tuyaux de ventilation d'un système de drainage, peuvent être séparées et portées par des courants d'air passant à travers le système ; 3° des bactéries spécifiques peuvent être projetées d'eaux d'égouts « fraîches », coulant à travers un égout dans les conditions naturelles, indépendamment de la création des bulles et de la séparation des particules séchées. L'éjection des bactéries se produit, non seulement lorsqu'on emploie des microbes purs, tels que ceux obtenus sur des cultures sur agar, mais aussi lorsque les selles de typhiques sont employées comme agent infectant. Les résultats obtenus, spécialement en ce qui concerne l'éjection de bactéries des eaux d'égouts « fraîches », ont une grande importance et indiquent que la disjonction du système d'évacuation d'une maison et de l'égout public est un principe judicieux, et qu'il ne serait pas sage de remplacer la soupape de disjonction et de ventiler les égouts au moyen des tuyaux de ventilation des maisons ou des tuyaux du sol. — **MM. Robert Muir** et **W. B. M. Martin** : *Sur les propriétés de combinaison de l'opsonine d'un sérum immunisant* : 1° L'opsonine thermolabile d'un sérum normal et l'opsonine thermostable d'un sérum immunisant forment deux classes distinctes de substances. En plus de leur différence marquée en ce qui concerne leur résistance à la chaleur, elles diffèrent dans leurs relations de combinaison; 2° L'opsonine thermostable de l'anti-sérum étudié est une vraie anti-substance et possède les caractères comparativement spécifiques des anti-substances en général ; on n'a pas encore déterminé si elle possède la constitution d'une agglutinine ou d'un corps immunisant, quoique certains faits seraient en faveur de la première hypothèse ; 3° Des émulsions d'organismes autres que celui qui a été employé dans l'immunisation (*Staphylococcus aureus*) n'absorbent pas l'opsonine immunisante ; d'un autre côté, elles absorbent de grandes quantités de l'opsonine normale analogue à un complément ; 4° De puissants absorbeurs de compléments, corpuscules rouges ou bactéries traitées par un corps immunisant ou un précipité de sérum, n'ont pas d'effet sur l'opsonine immunisante thermostable, tandis qu'ils éloignent presque complètement l'opsonine labile du sérum normal et du sérum immunisant également.

Séance du 14 Février 1907.

M. S. S. W. Smith : *L'analyse thermomagnétique des alliages nickel-fer météoriques et artificiels.* L'auteur a déterminé les changements de perméabilité magnétique d'un spécimen-type de fer météorique octaédrique entre 0° et 850° C. et les a comparés à ceux d'un acier au nickel contenant à peu près la même proportion de fer que la météorite et à ceux d'un échantillon de fer presque pur. Les courbes perméabilité-température peuvent s'interpréter au moyen de la théorie des solutions solides et de la formation de cristaux mixtes. On en conclut que les cristaux mixtes du type pauvre en nickel sont, à la température de transition, en équilibre avec une solution solide plus riche en nickel que ces cristaux. Des données thermomagnétiques, on déduit que le fer météorique de Sacramento est composé principalement d'un alliage Fe Ni contenant 6 à 7 % de Ni et, en outre, d'une petite quantité d'un alliage complexe, contenant 25 à 30 % de Ni, mais dont le consti-

tuant le plus riche en nickel renferme environ 40 °/₀ de ce corps. — M. R. Threlfall a préparé une grande quantité de sélénium à l'état pur en employant la méthode de purification d'Ekman et Petterson. La sublimation de l'oxyde de Se au-dessous de 320° est une bonne méthode de séparation de l'oxyde de Te, car celui-ci ne semble pas avoir une tension de vapeur sensible à 300°. L'auteur a ensuite recherché l'As dans le sélénium pur par distillation avec $FeCl^3$ et HCl ; il en a trouvé 0,00038 °/₀. Le mercure a été recherché par la méthode de Marcel et par électrolyse avec une cathode tournante ; on n'en a trouvé aucune trace. — MM. O. U. Vonwiller et W. H. Mason ont déterminé la *capacité inductive spécifique d'un échantillon de sélénium très pur* (voir ci-dessus). Ils ont trouvé que cette capacité est la même pour des forces électriques alternatives ayant une fréquence de 24.000.000 par seconde que pour des forces dont la fréquence est seulement de 50 par seconde. La capacité inductive spécifique mesurée par la méthode de l'électromètre est de 6,13 à 16° C. ; par la méthode des oscillations électriques, elle est de 6,14 à 23°,6 C.

Séance du 28 *Février* 1907.

M. G. U. Yule propose un nouveau système de notation pour l'exposé de la théorie de la corrélation pour un nombre quelconque de variables. — M. L. N. G. Filon : *Sur la dispersion de la double réfraction artificielle.* On sait que le verre comprimé inégalement dans différentes directions se comporte comme un cristal dont l'axe optique serait la ligne de traction. Si T_1 et T_2 sont les tensions principales sur le front de l'onde, μ_1 et μ_2 les indices de réfraction des deux rayons pour lesquels les directions de vibration sont suivant T_1 et T_2, le retard relatif des deux rayons polarisés inversement sera $R=(\mu_1-\mu_2)\tau=C(T_1-T_2)\tau$, où τ est l'épaisseur du verre traversée. C'est le coefficient optique de tension du verre. Il varie avec les verres et dans chaque verre pour les différentes couleurs. L'auteur a entrepris de déterminer expérimentalement cette dernière variation pour les verres borosilicatés. Ses résultats peuvent être représentés par la formule empirique :

$$C = \frac{C_0}{1-\frac{\lambda_0}{\lambda}},$$

où C_0 et λ_0 sont des constantes. — M. A. A. Swinton : *L'occlusion de gaz résiduels par les parois de verre des tubes à vide.* En chauffant fortement des fragments des parois de verre des tubes à vide qui avaient été soumis à un usage prolongé en 1898, et laissés ouverts depuis à la pression atmosphérique, ils s'obscurcissent immédiatement, cet effet étant dû à des quantités de petites bulles de gaz sphériques, très visibles au microscope et qui avaient environ 0,01 millimètre de diamètre. En faisant dissoudre une couche superficielle du verre par de l'acide fluorhydrique jusqu'à ce que les bulles disparaissent, et en mesurant l'épaisseur avant et après, il est prouvé que les bulles formaient une épaisseur d'environ 0,122 millimètre sur la surface interne du verre. Il s'ensuit donc que les particules gazeuses ont été projetées dans le verre jusqu'à cette profondeur environ. Dans un cas typique, on a trouvé par centimètre carré 625.000 bulles environ, d'où l'on a calculé que la quantité totale de gaz à la pression atmosphérique occlus dans le tube était de 0,05 centim. cube, non compris la quantité qui a pu s'échapper lorsqu'on a chauffé le verre. On plaça ensuite un certain nombre de morceaux de verre dans un vase en étain plat et imperméable, communiquant avec une pompe aspirante et un tube à spectre. On fit le vide jusqu'à ce qu'aucune décharge électrique ne passât plus à travers le tube à spectre, puis on pulvérisa le verre. Il y eut aussitôt une chute de vide et, après examen avec un spectroscope, on découvrit que le gaz qui s'était dégagé était principalement de l'hydrogène. Cette opération fut répétée plusieurs fois, le résultat dans chaque cas étant la sortie d'une plus grande quantité d'hydrogène. Par conséquent, il apparaît que le gaz renfermé dans des tubes à vide, dans lesquels on a fait le vide de la manière ordinaire, est presque entièrement de l'hydrogène, dû, sans doute, à l'électrolyse de la vapeur d'eau. De nouvelles expériences ont été entreprises avec l'hélium. On fait le vide dans un nouveau tube jusqu'à ce qu'aucune décharge ne passe plus ; ensuite on fait pénétrer de l'hélium en petites quantités de temps en temps, en faisant passer l'étincelle jusqu'à ce qu'un centimètre cube à la pression atmosphérique soit absorbé. Le verre de ce tube présenta des bulles lorsqu'on le chauffa, et en en plaçant un morceau dans une chambre à vide et en le pulvérisant, il s'échappa une quantité d'hélium suffisante pour montrer clairement le spectre de l'hélium. En considérant que l'hélium ne se combine avec aucun corps aux températures ordinaires et que ce gaz a été extrait du verre par une simple pulvérisation mécanique de ce dernier, il semble que l'occlusion est due à la projection mécanique de ce gaz dans le verre et non à quelque combinaison chimique.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 10 *Mai* 1907.

M. T. C. Porter présente quelques observations sur *la stéréoscopie avec de longues lignes de base.* Les impressions reçues par les deux yeux regardant un objet proche ne sont pas les mêmes parce que chaque œil le voit de sa propre position, qui diffère de celle de l'autre d'environ 75 millimètres. Quand un observateur désire examiner un objet très proche, il doit tourner chaque œil en dedans d'un certain angle θ, et pour cela déployer un effort défini ; c'est cet effort de convergence qui donne la sensation de relief stéréoscopique. Quand l'objet est si éloigné de l'œil que l'angle θ, ou la convergence de chaque œil, devient trop faible pour être appréciable, de même que l'effort nécessaire pour produire cette convergence, la sensation stéréoscopique disparaît. En d'autres termes, la sensation stéréoscopique est limitée aux objets plus proches de l'observateur que cette distance, qui constitue la limite stéréoscopique. Les expériences de l'auteur placent cette distance pour les personnes moyennes à environ 13 mètres. Cette distance varie directement comme la longueur de la ligne de base ; si la distance entre les deux yeux pouvait être augmentée dix fois, l'effet stéréoscopique serait perceptible jusqu'à 130 mètres. On peut augmenter la ligne de base par le moyen de réflecteurs, comme l'a fait Helmholtz. La ligne de base peut aussi être augmentée en prenant deux photographies d'objets éloignés de deux points différents et en les regardant dans un stéréoscope. Quelle que soit la longueur de la ligne de base, pourvu que ses deux extrémités soient à peu près à la même distance des objets, on peut toujours déterminer la forme et la distance relative de ces objets.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 18 *Avril* 1907.

Sir W. H. Perkin a constaté que l'hexatriène, qui renferme trois groupes non saturés consécutifs, possède un pouvoir rotatoire magnétique considérable, égal à 12,196. La différence de formation du benzène et de l'hexatriène consiste simplement en ce que le premier constitue un noyau, formé par le second avec perte de 2H. Cette perte affecte la rotation magnétique de 0,982 ; si l'on soustrait cette valeur de 12,196, on obtient pour la rotation magnétique du benzène 11,214, chiffre presque égal à celui qu'on a obtenu expérimentalement (11,284). Il en résulte que le benzène contient bien trois groupes non saturés contigus (formule de Kékulé) et que ceux-ci ont la même valeur que dans les composés à chaîne ouverte. — MM. M. O. Forster

et **H. E. Fierz**, par l'action de l'hydroxylamine sur le *p*-aminophénol diazoté, ont obtenu la *p*-hydroxyphénylazo-imide $OH.C^6H^4.Az^3$, dont le dérivé benzoylé fond à 80°. L'acide nitreux la convertit en 3-nitro-4-hydroxyphénylazo-imide, F.91°. — MM. **Al. Mc Kenzie** et **H. B. Thompson** ont constaté que le *d*-mandélate de *l*-bornyle est saponifié plus rapidement que le *l*-mandélate; il en est de même pour les éthers de *l*-menthyle. — **M. M. Barrowcliff** a déterminé les constituants de l'huile essentielle de pouliot américain. Il y a trouvé : 1° un phénol indéterminé; 2° du *l*-pinène ; 3° du *l*-limonène ; 4° du dipentène; 5° de la 1-méthyl-3-cyclohexanone (8 °/₀); 6° de la pulégone (30 °/₀); 7° de la *l*-menthone et de la *d*-isomenthone (50 °/₀); 8° un alcool sesquiterpénique ; 9° des éthers d'acides gras. — MM. **M. O. Forster** et **H. E. Fierz** ont préparé l'oxime de la camphorylsemicarbazide, F.242°, et l'oxime de la camphorylazoimide, F.84°. — **M. S. Ruhemann** a préparé les homologues du dithioxanthoxalanile par action de l'éthoxyde de Na et de l'oxalate d'éthyle sur les dérivés thio-acétiques de la *p*-toluidine, de la *m*-xylidine et de la β-naphtylamine. Réduits par le zinc et l'acide acétique, ces composés perdent tout leur soufre qui est remplacé par de l'hydrogène. — MM. **Th. Ed. Garner** et **W. H. Perkin jr.**, en faisant réagir le tribromopropane sur l'acéto-acétate d'éthyle sodé, ont obtenu le γ-bromoallylacétoacétate d'éthyle, Eb. 120° sous 8 millimètres, qui est hydrolysé par KOH avec formation d'acide Δγ-butinène-α-carboxylique $CH : C.CH^2.CH^2.CO^2H$, F. 55°-57°, tandis que l'hydrolyse acide donne la γ-bromoallylacétone, qui est réduite par Na en méthylcrotonylcarbinol $CH^2 : CH.CH^2.CH(OH).CH^3$. La condensation du tribromopropane avec le méthylacétoacétate d'éthyle conduit à un acide Δδ-pentinène-β-carboxylique, $CH : C.CH^2.CH(CH^3).CO^2H$, Eb. 207°. — MM. **A. G. Perkin** et **W. P. Bloxam** ont préparé de l'indican à l'état pur par extraction des feuilles d'*Indigofera Sumatrana*. Il possède la formule $C^{14}H^{17}O^6Az$ et fond anhydre à 57°-58°. — **M. P. C. Ray** a constaté qu'une solution de nitrite cuprique absorbe lentement l'oxygène de l'air en se transformant en nitrate. Par évaporation sur H^2SO^4, une solution concentrée de nitrite cuprique se décompose suivant l'équation : $3Cu(AzO^2)^2 = Cu(AzO^3)^2 + 2CuO + 4AzO$. — **M. O. Masson** a observé que H^2O^2 réagit sur KCAz en solution aqueuse à la température ordinaire; il se forme du cyanate de potassium et des carbonates de potassium et d'ammonium par hydrolyse du premier. — **M. A. Richardson** a constaté que l'eau de chlore décompose le carbonate de chaux avec formation de $CaCl^2$ et HClO jusqu'à ce qu'une partie de carbonate soit dissoute dans 30 parties d'eau; ensuite il se forme, en outre, du chlorate et de l'hypochlorite de Ca. — **M. R. W. Gray** a déterminé la densité de HCl gazeux et a obtenu une valeur moyenne de 1,6397, concordant avec celle de Guye. — MM. **J. E. Marsh** et **R. de J. F. Struthers**, en traitant le camphre par une solution alcaline de HgI^2 contenant KI, ont obtenu un produit qui, traité par I, se décompose en HgI^2 et diiodocamphre, F.108°. — MM. **A. E. Dixon** et **J. Taylor** ont étudié les dérivés ψ-acyliques des acides iminothiolcarbamiques et leurs isomères.

Séance du 2 Mai 1907.

Sir **W. Ramsay** a constaté que l'action de l'émanation du radium sur l'eau distillée provoque sa décomposition en gaz tonnant, mêlé d'un excès d'hydrogène (5,5 °/₀), dont l'origine n'a pu être jusqu'à présent élucidée. — **M. Al. Findlay** et **Mlle E. M. Hickmans** déduisent de l'étude de la courbe des points de congélation des mandélates de *l*-menthyle que le *r*-mandélate existe comme composé défini, partiellement racémique, fondant à 83°,7. — MM. **F. B. Power** et **F. Tutin** ont isolé des feuilles d'*Eriodictyon* une substance $C^{16}H^{14}O^6$,F.223°, qu'ils nomment homo-ériodictyol. Elle est isomère avec l'hespéritine, contient un groupe méthoxyle et donne un dérivé tétracétylé, F.154°. Par hydrolyse avec KOH concentrée, elle donne du phloroglucinol et de l'acide 4-hydroxy-3-méthoxycinnamique. Elle doit donc posséder la formule $(OH)(OCH^3)C^6H^3.CH : CH.CO.C^6H^2(OH)^3$. L'ériodictyol, retiré des mêmes feuilles, de formule $C^{15}H^{12}O^6$,F.267°, ne diffère du précédent que par un groupe OH à la place de OCH^3. — **Mlle G. Le Bas** a reconnu que la chaleur de combustion d'un composé organique est égale à la somme des chaleurs de combustion de ses produits de dissociation possibles. D'autre part, les chaleurs de combustion moléculaire des hydrocarbures saturés sont proportionnelles à leur nombre de valence W, où $W = 6n + 2$, n étant le nombre d'atomes de carbone. — MM. **J. C. Crocker** et **F. H. Lowe** ont étudié la vitesse de réaction des amides aliphatiques avec NaOH entre 40° et 96°. La réaction est bimoléculaire. Les résultats semblent montrer que l'hydrolyse procède par l'action directe d'un ion OH sur la molécule d'amide. — MM. **Th. C. James** et **J. J. Sudborough** ont préparé les diiodures des acides tétrolique et phénylpropiolique en ajoutant à une solution de leurs sels de K un excès de KI, puis une solution concentrée de sulfate de cuivre ; on chauffe, enlève l'iodure cuivreux formé et acidifie par un acide minéral. — MM. **D. L. Chapman, S. Chadwick** et **E. Ramsbottom** ont constaté que CO^2 sec est décomposé en partie par la lumière ultraviolette émanant d'une lampe à vapeur de mercure ; le gaz humide reste sans changement. D'autre part, un mélange de CO et O, sec ou humide, se contracte légèrement avec formation de CO^2. — **M. Ch. K. Tinkler** a étudié la formation des sels perhalogénés, par addition d'iode aux solutions de sels halogènes, au moyen des spectres d'absorption ultra-violets des premiers, qui sont caractéristiques. Avec des quantités équimoléculaires de KI, KBr et KCl, la combinaison avec l'iode a lieu avec une vitesse décroissante de l'iodure au chlorure. — MM. **A. Lapworth** et **E. Wachsler**, en soumettant la cyanodihydrocarvone à l'action du nitrite d'amyle et de l'éthoxyde de Na, ont obtenu une lactame faiblement acidique :

$$C^{10}H^{13}OAz\left\langle\begin{matrix} AzH \\ | \\ CO \end{matrix}\right. ;$$

elle est transformée par les alcalis en acide aminé correspondant, et par les acides froids en base lactonique. — MM. **R. H. Pickard** et **J. Kenyon** ont étudié la capacité de divers composés oxygénés (cinéol, oxyde de diphényle, dérivés nitrosés) à former des combinaisons d'addition avec les acides et les sels.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 5 Avril 1907.

M. T. J. Austin et **J. W. Mellor** ont étudié l'action de la chaleur sur les tubes pyrométriques de quartz et de magnésie. Les premiers se désagrègent très rapidement après chauffage à 1350°, tandis que les seconds n'ont pas subi d'altération dans les mêmes conditions.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 27 Février 1907.

M. G. C. Jones expose les services que peut rendre le chimiste dans les industries de la brasserie et de la malterie.

SECTION DE SYDNEY

Séance du 14 Novembre 1906.

M. R. Graig-Smith a isolé et cultivé sur milieu artificiel les bactéries qui produisent les nodules des racines des Légumineuses. En milieu saccharifié favorable à la production de mucus, ces bactéries ont la propriété de fixer l'azote atmosphérique, en quantité

faible, mais nettement décelable. Le mucus est formé essentiellement par une gomme, donnant des sucres par hydrolyse.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 18 Mars 1907.

M. A. G. **Perkin** a étudié une plante connue sous le nom de Gara et employée par les indigènes de Sierra-Leone pour teindre en bleu. C'est le *Lonchocarpus cyanescens* et la matière colorante qu'elle renferme n'est autre que l'indigotine. — M. J. W. **Cobb** expose les méthodes d'essai des porcelaines vitrifiées, en particulier de leur résistance aux agents de détérioration : gel, poussières, vapeurs et liquides corrosifs, pression, changements de température, percussion.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances d'Avril 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Millosevich** : Observations de la nouvelle comète 1907 *a* Giacobini, faites à l'équatorial Steinheil-Cavignati de l'Observatoire du Collège Romain. — M. **V. Reina** transmet une notice des déterminations de latitude et d'azimut exécutées par lui à Oderzo, Col Brombolo et Calalzo en 1904. — M. **P. Pizzetti** ajoute des corollaires à son théorème relatif à la comparaison entre deux triangles géodésiques ayant les côtés égaux. — MM. **F. Enriques** et **F. Severi** s'occupent des surfaces hyperelliptiques, c'est-à-dire des surfaces qui admettent une représentation paramétrique au moyen de fonctions abéliennes quadruplement périodiques de deux paramètres $x=f_1(u,v)$, $y=f_2(u,v)$, $z=f_3(u,v)$. — MM. **G. Bagnera** et **M. de Franchis** : Sur les surfaces algébriques qui ont les coordonnées du point générique exprimables avec des fonctions méromorphes quadruplement périodiques de deux paramètres. — M. **M. Cipolla** : Sur la résolution apiristique des congruences binomiales. — M. **G. Fubini** présente une note sur les intégraux multiples.

2° Sciences physiques. — M. **E. Eredia** décrit l'influence que la chaîne des Apennins exerce sur la distribution des pluies dans l'Italie centrale. — M. **P. Macchia** donne la description d'autres recherches sur la conductibilité thermique à basses températures. — MM. **E. Paternò** et **A. Mazzucchelli** décrivent quelques expériences qui établissent les conditions dans lesquelles se manifeste la coloration azurée du soufre et de ses composés. — M. **L. Balbiano** poursuit ses recherches sur l'oxydation à l'aide d'une solution aqueuse d'acétate mercurique dans l'anéthol. — MM. **J. Bellucci** et **E. Clavari** décrivent les nouvelles recherches qu'ils ont faites sur l'oxyde supérieur de nickel; avec l'aide de M. **F. Carnevali**, M. Bellucci poursuit l'étude des sels de Roussin. — MM. **E. Rimini** et **F. Olivari** communiquent leurs recherches sur la myristicine, et sur un nouveau solvant ébullioscopique, la fenchone, qui se prête très bien à des mesures de grande précision. — M. **F.-C. Palazzo** s'occupe d'une remarquable réaction d'addition de l'acide fulminique. — M. **A. Barbieri** a fait des recherches sur l'hydrate cérique obtenu par la décomposition avec la chaleur du peroxyde hydraté de cérium. — M. **F. Garelli** a entrepris l'étude des corps qui se forment pendant le tannage des peaux; il montre que les sels de cérium donnent d'excellents résultats pour la préparation minérale des cuirs, ce qui aurait une grande importance industrielle pour l'utilisation des nombreux déchets de la fabrication des manchons à incandescence. — M. **G. Zappa** étudie le déplacement que la marée de l'Adriatique peut causer aux instruments de l'Observatoire astronomique de Padoue.

3° Sciences naturelles. — M. **L. de Marchi** fait l'application à la géologie de sa théorie élastique sur les dislocations tectoniques; il s'occupe de la déformation d'une zone littorale; de la dissymétrie des reliefs montueux; de la formation des plis secondaires et de leur inclinaison; de la région préalpine; des fractures, des failles, des nappes de charriage; des intrusions et éruptions volcaniques; de la formation des bassins océaniques. — M. **T. Fischer** fait une description très détaillée de l'œuvre d'abrasion de la mer, qui, sur les côtes des pays de l'Atlantique, dans l'Algérie et au Maroc, donne naissance à de vastes terrasses et transforme des terrains montueux en plaines monotones. — M. **D. Lovisato** signale la découverte d'abondants dépôts de *scheelite*, minéral de tungstène, dans le gisement de Genna Gerèu en Sardaigne, près de Cagliari, et expose les résultats de ses recherches et de ses observations sur cet intéressant minéral. — M. **F. Millosevich** décrit les roches volcaniques du territoire de Sassari et de Porto Torres en Sardaigne, et il en donne la composition; ces roches ont des caractères minéralogiques et chimiques qui les font placer entre les trachytes proprement dits et les andésites augito-hypersthéniques. — M. **A. Rosati** transmet les résultats de ses observations microscopiques sur plusieurs échantillons de roches recueillis dans les environs de Savone et près de Murialdo en Ligurie. — M. **F. Todaro** donne d'intéressants détails sur un organe nouveau des sens qu'il a découvert dans les individus agrégés des *Salpidae*, et qui ressemble à un des organes des sens que Schultze a signalés dans les poissons osseux et dans les larves des Batraciens. Cet organe, qui existe chez l'*Helicosalpa virgola*, la *Salpa punctata* et la *Salpa maxima*, et que M. Todaro se propose de rechercher dans d'autres espèces, est très long; il traverse tout le manteau de cellulose de l'animal, et surgit au dehors avec une extrémité grossie que l'épithélium recouvre en formant la protubérance sensitive. — MM. **G. Tizzoni** et **A. Bongiovanni** ont poursuivi leurs recherches sur le mécanisme de décomposition *in vitro* du virus rabique par le radium; ils démontrent que la nature du métal qui forme l'éprouvette où la décomposition s'accomplit exerce une grande influence sur cette décomposition. L'aluminium est le plus apte à la production du phénomène; les expériences n'ont rien confirmé sur l'existence d'un rapport direct entre la décomposition du virus rabique, la conductibilité électrique et la perméabilité aux radiations des métaux employés. — M. **S. Lo Bianco** a suivi le développement des barbillons tactiles chez les *Mullus* (Rougets), qui vivent en grand nombre près des côtes de la Méditerranée. Les barbillons servent aux *Mullus* pour agiter la vase qu'ils fouillent avec la tête pour se procurer les petits animaux qui forment leur nourriture; si l'on coupe les barbillons des *Mullus*, après quelque temps ils meurent. M. Lo Bianco donne d'excellents dessins qui montrent les diverses phases de développement des barbillons. — MM. **Giglioni** et **A. Quartaroli** ont étudié les causes qui provoquent la turgescence des graines et des organes végétaux par un rappel et par une accumulation de l'eau; les auteurs ont reconnu que dans les plantes doivent se trouver des substances facilement décomposables, semblables aux enzymes, qui augmentent la capacité des tissus végétaux d'accumuler l'eau et de produire des pressions. — M. **U. Cerletti** a recherché l'origine des plasmatocytes (Plasmazellen) dont l'infiltration dans les tissus est la cause des phlogoses chroniques, et qui, en s'introduisant dans les gousses lymphatiques périvasales de l'écorce cérébrale, forment la principale caractéristique du cadre histologique de la paralysie progressive. Les expériences de M. Cerletti ont provoqué l'apparition des plasmatocytes dans le sang de circulation et en même temps dans les organes hématopoïétiques (moelle, foie, rate) des lapins; elles donnent donc aux plasmatocytes une origine hématogénique.

Ernest Mancini.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 12 30 JUIN 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Solennités scientifiques

Le Cinquantenaire de la Société Chimique de France. — Il y a exactement cinquante ans, au mois de mai 1857, trois jeunes gens, Collinet, Arnaudon et Ulbaldini, entreprirent de grouper quelques amis dans des réunions où l'on causerait chimie. Ces réunions se tinrent dans un café de la Cour du Commerce, dans un coin de la salle commune, et, à la fin de l'année, le petit groupement comptait dix membres qui décidaient de prendre le nom de *Société Chimique de Paris* et de publier dans un *Bulletin* spécial les Mémoires des sociétaires et l'analyse des travaux effectués à l'Etranger.

Malgré une origine aussi modeste, la Société Chimique de Paris ne tarda pas à prendre un développement qui dépassa bientôt les espérances de ses fondateurs. Comme toute institution florissante, elle dut progressivement « s'agrandir » matériellement et moralement. Dans ces dernières années, en raison des nombreuses filiales qui ont pris naissance en province (Nancy, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Toulouse), son nom lui-même parut l'enserrer dans des limites trop étroites et, au mois de janvier 1907, elle obtint de le changer contre celui de *Société Chimique de France*.

L'association comprend aujourd'hui toutes les personnes qui, soit par goût, soit par profession, s'intéressent au mouvement de la Chimie en France. Elle compte plus de douze cents membres et administre un budget annuel d'environ cinquante mille francs. Son *Bulletin*, composé chaque année de deux volumes formant ensemble plus de trois mille pages, est tiré actuellement à dix-huit cents exemplaires. L'un de ces volumes est consacré aux travaux français et publiés en langue française; le second contient l'analyse des travaux étrangers.

Devant une telle extension et un aussi beau succès, la Société Chimique de France décida de célébrer le cinquantième anniversaire de sa fondation.

Le Gouvernement de la République, les plus hautes notabilités de l'Industrie chimique française, de généreux donateurs répondirent avec empressement à l'appel qui leur fut adressé, et, par leurs souscriptions pécuniaires, contribuèrent largement à rehausser l'éclat des fêtes qui viennent d'avoir lieu les 16, 17 et 18 mai. Les savants venus de toutes les nations voisines avaient tenu à témoigner par leur présence de l'intérêt et de l'estime qu'ils portent aux chimistes français; aussi est-ce avec la plus profonde satisfaction que le jeudi 16 mai, à 9 h. 1/2 du matin, le Conseil de la Société Chimique, présidé par M. L. Bouveault, professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris, reçut solennellement, dans l'amphithéâtre nord de l'Ecole supérieure de Pharmacie, les nombreuses délégations des Sociétés savantes étrangères et les savants distingués qui s'étaient rendus à son invitation.

Nous avons remarqué parmi les assistants :

M. le Prof. Græbe, président de la Société Chimique allemande; M. le Prof. Liebermann, délégué de la même Société; M. le Prof. Von Martins, délégué de la Société des Chimistes allemands; M. le Prof. Noelting, directeur de l'Ecole de Chimie de Mulhouse; Sir William Perkin; Sir William Ramsay; M. le Prof. Armstrong, délégués de la Société Chimique anglaise; MM. Reid, Mackoll, Lewkowitsch, délégués de la Société anglaise de Chimie industrielle; MM. les Prof. Holleman et Van Romburgh, de Hollande; M. le Prof. A. Piutti, délégué de la Société Chimique italienne; M. E. Böttger, délégué de la Section de Chimie de la Société polytechnique de Norvège; MM. les Prof. Guye, A. Pictet, Werner, Willstætter et Reverdin représentaient la Suisse.

Dans l'après-midi, un bateau spécial emmena à Sèvres tous les invités et la plupart des membres adhérents aux fêtes. Malheureusement, le beau temps ne se mit point de la partie : une pluie persistante, au milieu d'un vent froid et désagréable, accompagna les voyageurs à l'aller et au retour, leur enlevant ainsi la possibilité de jouir des magnifiques paysages qu'offrent au mois de mai les bords de la Seine en aval de Paris.

Après avoir visité, sous la conduite de M. Baumgart, directeur, assisté de MM. Vogt, Granger et Sandre, la Manufacture nationale et le Musée de céramique, les sociétaires, au nombre de trois cents, se trouvaient réunis au Palais d'Orsay en un banquet présidé par M. Pichon, ministre des Affaires étrangères. Au dessert, M. Bouveault porta un toast à M. le Président de la République, et les délégués étrangers exprimèrent leurs remerciements pour le chaleureux accueil qui

leur était fait. En particulier, le Professeur Græbe, président de la Société Chimique allemande, fit l'éloge du « génie français » et rappela, en un langage irréprochable et enthousiaste, la mémoire des chimistes français qui furent les pionniers de la Chimie mondiale. Puis MM. Lewkowitsch (Angleterre), Sir William Ramsay, Piutti (Italie), Werner (Suisse) prononcèrent quelques cordiales allocutions et levèrent leur verre en l'honneur de la Société Chimique de France. Enfin, M. Pichon, ministre des Affaires étrangères, prit à son tour la parole. Il dit le plaisir qu'il avait de saluer au nom du Gouvernement les chimistes du monde entier et de leur souhaiter la bienvenue. Ayant fait allusion en termes élevés aux services désintéressés qu'ils rendent à l'humanité en travaillant au progrès universel et à la fraternité des peuples, le ministre annonça que le Gouvernement ne manquerait pas de donner aux chimistes les plus notoires de France et et de l'Etranger les distinctions qui, par une fâcheuse habitude, sont trop parcimonieusement accordées aux hommes de science.

Le vendredi 17 mai, après l'exposition des produits et appareils par les Membres de la Société et les principaux constructeurs, M. A. Gautier, membre de l'Institut, président de l'Académie de Médecine, lut un historique de la Société Chimique. Après des généralités sur le rôle de la Société, où la hauteur de vues s'alliait au bonheur de l'expression, l'orateur a montré par de courtes monographies le rôle des principaux chimistes qui, depuis 1857, ont illustré la science française. Le laps de temps dont disposait l'Assemblée, prise par l'heure du train, a forcé l'auteur à couper quelques passages qui seront rétablis dans le texte imprimé.

Le président donna ensuite lecture du palmarès, remit à chacun des lauréats une médaille commémorative et leva immédiatement la séance. Chacun se hâta de déjeuner pour se rendre à 1 heure 20 à la gare du Nord. Un train spécial devait, en effet, emmener tous les sociétaires en excursion à Chantilly. Le ciel, jusqu'alors triste et maussade, voulut bien faire honneur à nos hôtes en se rasserénant un peu ; le soleil perça quelques nuages ; il n'en fallut pas davantage pour décider quelques dames à accompagner leurs maris dans cette promenade champêtre. A la descente du train, de grandes voitures ouvertes conduisent les voyageurs à travers bois, et c'est au milieu de l'enthousiasme général qu'elles débouchent brusquement par la grande avenue du haut de laquelle se présente le splendide panorama offert par le château de Chantilly, ses dépendances, le lac et la forêt. On s'arrête au pied du château. Comme sur un ordre donné, les appareils photographiques sortent aussitôt de leurs étuis, et par petits groupes, sans façon, les chimistes s'acheminent vers l'entrée de l'ancien palais des ducs de Condé qui, après avoir été la résidence du duc d'Aumale, fut légué par ce dernier à l'Institut en 1883.

M. Macon, conservateur du Musée Condé, ancien secrétaire du duc d'Aumale, attendait les visiteurs qui, en partie sous sa direction, en partie sous la direction des gardiens, admirèrent les inestimables richesses accumulées dans les diverses salles, les tableaux, les tapisseries, les miniatures de la bibliothèque, la grille en fer forgé qui entoure le grand escalier, etc.

On remonte en voiture et l'on prend, pour revenir à Chantilly-ville, le chemin des écoliers à travers la forêt. Mais il commence à se faire tard. Le déjeuner qui, faute de temps, a dû être frugal, est déjà loin ; l'air vif et piquant des bois, auquel on n'est pas habitué dans les laboratoires, a aiguisé l'appétit ; aussi chacun fait-il honneur au lunch servi à l'Hôtel d'Angleterre.

Le soir, à 8 h. 1/2, eut lieu l'assemblée générale annuelle de la Société Chimique, exclusivement consacrée aux communications des membres de province.

Le lendemain et dernier jour, samedi, à quatre heures du soir, la Société Chimique fut reçue par la municipalité parisienne, représentée par son président, M. André Lefèvre, assisté de deux chefs de service de la Préfecture de la Seine et de la Préfecture de Police. Les savants étrangers furent présentés au président du Conseil municipal par le président de la Société Chimique, qui fit remarquer combien les chimistes français étaient heureux d'être reçus à l'Hôtel-de-Ville par M. Lefèvre, un des leurs. Après une réponse éloquente et cordiale de M. Lefèvre, et une visite à un buffet bien servi, eut lieu une promenade des plus intéressantes à travers les salons du palais municipal.

Enfin, les fêtes du cinquantenaire se sont terminées par une soirée théâtrale au Palais d'Orsay. De nombreuses dames et quelques jeunes filles ont apporté la note mondaine qui convenait à cette soirée de gala, au cours de laquelle on put applaudir d'excellents artistes de nos principales scènes parisiennes.

Les organisateurs des fêtes ont vu à chaque instant et jusqu'à la dernière minute leurs efforts couronnés de succès. Ils peuvent être assurés que les membres de la Société sont unanimes à leur adresser leurs plus vives félicitations.

§ 2. — Astronomie

Les chocs dans le problème des trois corps. — Si l'on veut, dans le problème des trois corps, se servir des méthodes nouvelles pour traiter les équations différentielles, on est aussitôt conduit à rechercher comment se comportent les variables (les coordonnées des trois corps) des équations différentielles du mouvement au voisinage des valeurs *critiques* de la variable indépendante — le temps t — où elles cessent d'être régulières. En raison de l'importance qu'elles ont également pour d'autres questions relatives au problème des trois corps, on est amené à étudier avant tout les valeurs critiques qui sont réelles et finies.

M. Painlevé a démontré que le mouvement des trois corps se poursuit régulièrement quand t croît, à moins que, t tendant vers un certain instant t_1, deux des corps ou tous les trois ne viennent se choquer en un point déterminé de l'espace : on voit, par suite, qu'il est nécessaire d'étudier le mouvement au voisinage d'un choc, et qu'il faut trouver les conditions que doivent remplir les données initiales pour qu'un choc ait, ou bien n'ait pas lieu au bout d'un temps fini. Dans l'hypothèse où deux seulement des corps se choquent pour $t = t_1$, M. Lévi-Civita a étudié ces questions pour le cas du *problème restreint*, et M. Bisconcini pour le cas général.

Quant au cas où les trois corps se rencontrent tous en un même point au moment t_1, il n'avait été l'objet, jusqu'à présent, d'aucune recherche : en étudiant ce cas, et en cherchant des formules explicites pour les coordonnées au voisinage de t_1, M. K. F. Sundman a trouvé qu'il était nécessaire d'établir quelques propositions préliminaires et d'un caractère pour ainsi dire qualificatif[1].

Pour que les corps puissent se choquer tous les trois en un même point de l'espace, on trouve, en première ligne, une condition très simple, à savoir que les constantes des aires, dans le mouvement des corps par rapport à leur centre de gravité commun, soient toutes les trois égales à zéro : d'où il suit, en particulier, qu'un tel choc ne peut avoir lieu que si les corps se meuvent dans un seul et même plan passant par leur centre commun de gravité et ayant une orientation fixe dans l'espace. A ce résultat s'en relie un autre : si les constantes des aires ne sont pas toutes nulles, on peut, les circonstances initiales étant données, indiquer une limite positive au-dessous de laquelle ne descend jamais la plus grande des distances entre les corps.

En considérant le mouvement au voisinage de l'instant du choc t_1, on trouve que les corps se meuvent de telle manière que, lorsque t tend vers t_1, les rapports

[1] *Acta Societatis Scientiarum Fennicæ*, t. XXXIV, n° 6, 1907.

entre leurs distances mutuelles tendent vers certaines limites fixes ne dépendant que des masses de ces corps, et qui sont telles que, suivant les circonstances, les corps ou bien forment de plus en plus un triangle équilatéral, ou bien se rangent de plus en plus en ligne droite. Enfin, si deux seulement des corps se choquent à l'instant t_1, la vitesse angulaire dans le mouvement d'un corps autour de l'autre est finie : M. Bisconcini s'était servi, sans démonstration suffisante, de cette propriété que M. Sundman établit avec plus de précision.

Ces résultats, on le voit, ont une grande importance pour élucider les cas critiques du problème des trois corps : mais les intéressantes recherches de M. Sundman ont une bien autre répercussion, puis qu'elles sont connexes au mouvement dans un plan d'orientation fixe, aux positions d'équilibre, en ligne droite et en triangle, — et par là l'étude des chocs voisine avec le problème si délicat de la stabilité de certaines solutions.

Le cratère Linné. — Le Professeur Pickering, rappelant la remarque du Dr Wirtz, signalée dans le n° 4118 des *Astronomische Nachrichten*, que, si l'on examine ce cratère à travers un verre coloré, la tache blanche qui l'entoure apparaît plus grande que si rien n'était interposé entre le télescope et l'œil, en conclut que l'agrandissement de la tache remarqué par plusieurs observateurs, lors des éclipses de Lune, n'est qu'un phénomène dû à l'affaiblissement de la lumière. Il a répété l'expérience pendant la pleine Lune et a pu confirmer ce qu'avance le Dr Wirtz. Mais il ajoute que, quoique cet agrandissement existe sans nul doute, il n'a pas assez de valeur pour expliquer le changement marqué dans la grandeur de Linné pendant les éclipses lunaires, et il pense qu'il est dû au dépôt d'une gelée blanche autour du cratère pendant les éclipses partielles ou totales [1].

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Les roulements à billes sur les voitures de chemins de fer. — Le Service des chemins de fer a entrepris en Allemagne, depuis 1903, une série d'essais, qui se poursuivent toujours, sur l'emploi de roulements à billes pour les essieux des wagons.

Les wagons en expérience pèsent 18 tonnes à vide et 30 à 33 tonnes en charge, cette charge se répartissant sur trois essieux. Au début, les roulements à billes ne furent appliqués qu'aux essieux centraux; plus tard, on les appliqua également aux essieux extrêmes.

En novembre dernier, les essieux centraux, ainsi munis, avaient parcouru environ 160.000 kilomètres et les essieux extrêmes 90 à 120.000 kilomètres. Les essais faits permirent d'établir qu'à une vitesse de 40 kilomètres à l'heure l'effort de traction est diminué de 12 °/₀ pour l'entraînement des wagons et de 15 à 20 °/₀ pour le démarrage. Lorsqu'on arrive à des vitesses plus élevées, telles que celles de 90 à 100 kilomètres à l'heure qu'atteignent les trains rapides, la plus grande partie de l'effort est employée à vaincre la résistance de l'air : 20 °/₀ à peine de la puissance totale absorbée sont dépensés par le frottement sur les essieux. L'économie procurée par les roulements, tout en restant la même en valeur absolue, se réduit alors à 2 °/₀ environ par rapport à l'effort total, dont la résistance de l'air consomme la plus grande partie à la vitesse de 100 kilomètres, tandis qu'elle entre peu en ligne de compte pour une vitesse de 40 kilomètres.

En tous cas, les roulements à billes présentent, pour les grandes vitesses, l'avantage fort apprécié de réduire considérablement l'échauffement des essieux : et au point de vue de la réduction de l'effort de traction, ils constituent une économie fort appréciable sur les trains à faible vitesse, tels que les trains de marchandises, ou lorsque, comme dans les tramways électriques, les voitures sont assujetties à des démarrages rapides et souvent renouvelés.

C'est ce qui ressort d'une façon indiscutable des expériences faites à Berlin, dans le Hanovre et dans le Wurtemberg, sur les chemins de fer de l'Etat prussien.

§ 4. — Physique

L'unité des longueurs d'onde lumineuses. — Dans sa séance du 24 mai, le Congrès des Etudes solaires a adopté la résolution dont le texte ci-après lui a été présenté par une Commission instituée à cet effet : « La longueur d'onde de la raie rouge de la lumière du cadmium produite par un tube à électrodes est 6.438,4696 angströms dans l'air sec à 15° du thermomètre à hydrogène, sous 76 centimètres de mercure, la valeur de g étant 960,655 [1] (latitude de 45°). Ce nombre servira de définition à l'unité des longueurs d'onde. »

Pour ceux qui n'ont pas suivi de près les dernières recherches en spectroscopie, une telle définition, dont la forme frappe par son étrangeté, peut sembler incompréhensible. Le sens en est, en réalité, le suivant :

Les récents travaux de MM. Benoît, Fabry et Perot ont conduit à admettre, pour la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium, dans les conditions précitées, la valeur la plus probable $0^{\mu},643.846.96$. Cette valeur semble exacte au dix-millionième près environ, et il est peu vraisemblable que de nouvelles expériences modifient de plus d'une unité son septième chiffre. La résolution du Congrès pourrait donc être énoncée, aux valeurs numériques près, dans les termes que voici : On définit, à l'aide d'une longueur d'onde lumineuse, dans des conditions bien déterminées, une nouvelle unité de longueur qui est, au dix-millionième près environ, égale au dix-millième de micron.

La nouvelle unité, qui est en principe indépendante, peut être envisagée au point de vue de son essence même, et à celui de son ordre de grandeur.

J'ai déjà dit, dans un récent article [2], les multiples inconvénients de l'emploi du dix-millième de micron comme unité en général, et comme unité des longueurs d'onde en particulier. M. Mascart y est revenu au sein du Congrès, mais s'est buté à une résolution déjà prise à Oxford, et qui, dans l'opinion de M. Schuster, secrétaire général de l'Union des Etudes solaires, doit être considérée comme irrévocable. Plusieurs spectroscopistes, en effet, parmi les plus éminents, ont pris une telle habitude des quatre chiffres qu'ils ont manifesté une invincible aversion contre la notation la plus généralement admise et la plus rationnelle.

Si nous considérons la définition dans sa forme, nous ne pouvons nous défendre d'un certain malaise à l'idée que, tandis que les physiciens ont soigneusement élaboré et fait péniblement adopter un système cohérent d'unités, entièrement fondé sur les étalons du mètre et du kilogramme internationaux, en même temps que sur la vitesse angulaire de la rotation de la Terre, on choisit, de propos délibéré, une nouvelle unité de longueur dont la valeur numérique, rapportée au mètre, est à la merci d'une détermination expérimentale. Il semble que l'on soit revenu au temps où Jacobi définissait l'unité de résistance par un fil de cuivre, ou Siemens par une colonne de mercure de dimensions arbitraires.

Telle est la nature de la nouvelle définition au point de vue purement logique; et, comme le mètre ou un de ses sous-multiples décimaux n'y est pas nommé, j'ai pu faire observer au Congrès que les physiciens attachés au système reposant sur les étalons métriques pouvaient se dispenser de la discuter, puisqu'elle leur est en principe étrangère.

Mais il est ici des questions pratiques assez impé-

[1] *British Astr. Assoc.*, janvier 1907.

[1] Cm/sec².

[2] Voir la *Revue* du 15 mai 1907, p. 344.

ieuses pour avoir fait fléchir la logique, et il faut bien en accorder le bénéfice aux spectroscopistes.

D'abord, ils n'ont nullement la prétention d'imposer aux physiciens l'unité qu'ils ont créée uniquement pour eux. Ils désirent s'en servir seulement dans le domaine qu'ils cultivent, et l'abandonneront en quittant les études spectrales dans lesquelles elle restera cantonnée. Mais là, ils comptent l'employer exclusivement, pour éviter le gros ennui que leur causerait, dans l'avenir, le changement de la valeur numérique de leur échelle.

Quelques spectroscopistes sont, en effet, actuellement occupés, sous les auspices de l'*Union internationale des Etudes solaires*, à établir, avec la plus haute précision que l'on puisse atteindre aujourd'hui, la valeur numérique des longueurs d'onde de premier et de second ordre, dans toute l'étendue du spectre. Or, comme en toutes choses, les déterminations absolues sont, ici encore, nécessairement subordonnées, au point de vue de l'exactitude, aux mesures relatives. Si donc on n'adoptait pas, pour l'échelle, une valeur bien définie et dépendant uniquement du spectre lui-même, on ne pourrait profiter indéfiniment de toute la précision que des travaux ultérieurs pourront conduire à réaliser. La valeur numérique de la longueur d'onde de la raie étalon étant admise *ne varietur*, on peut lui rapporter toute autre longueur d'onde sans s'exposer à d'incessantes modifications des tables.

Il ne faut pas oublier, en effet, que l'établissement d'une échelle numérique étendue des raies spectrales constitue un travail énorme, dont la simple impression est fort coûteuse. Rowland a donné la longueur d'onde de plus de vingt mille raies, dont la nomenclature constitue tout un volume. Les spectroscopistes voudraient, aujourd'hui, faire œuvre immuable, et ne plus avoir, dans l'avenir, à reviser leurs tables que dans le détail.

Ce désir est légitime ; il s'est fait jour depuis longtemps, et s'est manifesté sous des formes diverses. L'une des propositions, faite il y a quelques années, consistait à désigner par 1 (ou par 10.000) la longueur d'onde d'une raie arbitrairement choisie. Plus récemment, M. Hartmann, de Potsdam, eût voulu que l'on adoptât une unité apportant le changement minimum aux nombres de Rowland, erronés en moyenne de 1/30.000 environ. L'unité aurait été ainsi, à un trente-millième près, un sous-multiple décimal du mètre, micron ou dix-millième de micron.

Les spectroscopistes ont très sagement agi en repoussant ces deux propositions, et en laissant se produire une détermination absolue nouvelle, dont le résultat a brillamment confirmé celle, vieille déjà de quinze ans, de MM. Michelson et Benoît. Au lieu de faire cette cote mal taillée au travers des déterminations de Rowland, ils ont adopté une unité qui est aussi voisine d'un sous-multiple décimal du mètre que l'on peut aujourd'hui la connaître, et qui, dans l'avenir, a bien des chances de ne pas subir de modification sensiblement supérieure à l'ordre de précision avec lequel le mètre international définit l'unité fondamentale de longueur.

Prenons donc les choses telles qu'elles sont ; les spectroscopistes avaient un besoin évident d'une unité prise dans le spectre lui-même ; ils ont attendu, pour la fixer, d'être certains de la réaliser au dix-millionième près environ au voisinage d'un sous-multiple décimal du mètre, et c'est bien tout ce que les physiciens pouvaient leur demander.

Dans l'avenir, les spectroscopistes emploieront l'angström, dont la définition voulue est assez indépendante de celle des unités usuelles pour que les physiciens puissent l'ignorer. Cela permettra à ces derniers, sans créer d'équivoque, de continuer à se servir du micron comme unité du spectre, avec la certitude d'être d'accord au dix-millionième près avec les spectroscopistes, en avançant, dans les résultats publiés par ces derniers, la virgule de quatre chiffres. C'est plus qu'il n'en faut pour l'immense majorité des applications de l'analyse spectrale. Et si, dans un avenir plus ou moins éloigné, une petite correction était nécessaire, on aurait le choix, ou d'admettre pour l'angström une valeur qui ne serait plus égale au dix-millième de micron, mais en resterait très voisine, ou de définir des conditions de densité de l'air pour lesquelles l'égalité serait rétablie.

Pour ces dernières, l'ordre de grandeur est déterminatif du sens pratique du changement. D'après l'exactitude attribuée à la nouvelle comparaison du mètre avec les longueurs d'ondes lumineuses, quelques centièmes de degré dans la température, un dixième de millimètre dans la pression sont à peu près les limites entre lesquelles on peut avoir à déplacer les conditions dans lesquelles s'établit la densité choisie de l'air où se propagent les mouvements lumineux.

Une telle modification n'entraîne pas le plus petit inconvénient. Elle rompt, il est vrai, la belle harmonie du nombre entier, mais cela constitue un défaut de simple esthétique.

Pour l'avenir, les positions sont nettement établies. Les spectroscopistes auront, sans changer leurs habitudes, réalisé la stabilité qu'ils désiraient pour leurs travaux, et les physiciens pourront, en conservant les leurs, certainement plus rationnelles, utiliser, par une transposition très simple, les résultats que leur fourniront les premiers. **Ch.-Ed. Guillaume,**

Directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures.

§ 5. — Electricité industrielle

Un nouvel appareil pour l'étude des courants alternatifs. — Au cours de leurs recherches d'ultra-microscopie, MM. Cotton et Mouton viennent de montrer le parti qu'on pourrait tirer de l'ultra-microscope pour l'étude du transport électrique des colloïdes.

Les particules de ces substances, qui dans l'ultra-microscope apparaissent comme des points brillants sur fond obscur, se meuvent, en effet, sous l'action du courant électrique, se rendant soit au pôle positif, soit au négatif, suivant la nature du colloïde et du liquide dans lequel celui-ci est suspendu. Sous l'action des courants alternatifs, ces particules vibrent à l'unisson du courant et se présentent alors sous la forme de lignes lumineuses. En déplaçant le produit colloïdal par un mouvement, perpendiculaire à celui des particules, imprimé au plateau du microscope, l'on aperçoit, grâce à la persistance des images rétiniennes, une courbe lumineuse. Les expérimentateurs vérifient que ce mouvement des particules est synchrone du courant.

Sous la forme que lui donnent les expérimentateurs français, cette belle expérience ne se prête point encore à l'étude pratique des courants alternatifs, la courbe lumineuse étant trop faible pour être photographiée et trop peu persistante pour être saisie dans tous ses détails par l'observation directe.

Dans un Mémoire récemment paru dans un périodique d'électricité italien[1], M. A. Trenzio décrit une modification de ce procédé, modification grâce à laquelle les emplois techniques deviennent parfaitement possibles. On imprime au produit colloïdal, déposé sur le plateau du microscope, un mouvement de va-et-vient perpendiculaire à celui qu'exécutent les particules sous l'action du courant ; puis le nombre d'inversions de ce mouvement alternatif est rendu égal à la période du courant ou à un sous-multiple de ce dernier. Si le sens du mouvement alternatif est inverti au moment où la particule ultra-microscopique est arrivée à un maximum de la courbe, cette dernière sera parcourue en sens inverse, et ainsi de suite, si l'inversion ultérieure coïncide avec un autre maximum. Si, au contraire, les inversions ont lieu en un point

[1] *L'Elettricista*, n° 2, 1907.

quelconque de la courbe, celle-ci se déplacera pendant chaque demi-période d'une quantité d'autant plus grande que l'inversion a été davantage retardée ou devancée. Ce n'est qu'en opérant l'inversion du mouvement au moment voulu qu'on réalise l'immobilisation apparente de la courbe dans le champ de l'ultra-microscope; cette courbe pourra alors être observée ou photographiée très facilement.

La précision avec laquelle la particule du colloïde suit à chaque moment les variations du courant dépend du rapport entre sa masse et sa charge. Si cette masse était nulle, la particule prendrait à chaque moment une vitesse proportionnelle au champ électrique. Bien qu'en réalité cette vitesse soit influencée par l'inertie de la masse, l'erreur commise en négligeant cette dernière sera parfaitement insensible.

L'auteur propose de construire un ultra-microscope dont le plateau prendrait un mouvement de va-et-vient sous l'action d'un petit moteur électrique synchrone, actionné par le courant même qu'on étudie. Ce mouvement du moteur serait transmis à un disque excentrique dont la manivelle donnerait le mouvement alternatif. L'inversion serait opérée au moment voulu en ajustant pendant l'expérience l'orientation du disque jusqu'à ce que la courbe se présente immobile dans le champ de l'ultra-microscope.

Nouvelle ligne électrique en Italie. — Les chemins de fer de l'Etat italien[1] ont adopté la traction électrique sur la ligne de Giovi, près de Gênes, et ont chargé la Compagnie Westinghouse de la transformation, qui comportera la traction par courants triphasés à faible fréquence au moyen de locomotives extrêmement puissantes : système analogue à celui de la ligne de la Valteline, en service satisfaisant depuis plusieurs années. La fréquence adoptée est de 15 pps et l'usine doit comporter actuellement deux turbo-alternateurs triphasés de 5.000 kw. et 13.000 volts, tournant à 900 tours par minute.

Cette vitesse très réduite impose pour le groupe générateur des développements en surface et volume assez considérables et en font le turbo-alternateur le plus puissant construit jusqu'à nos jours.

L'usine génératrice alimentera trois sous-stations composées de transformateurs statiques, réduisant la tension à 3.000 volts.

§ 6. — Chimie industrielle

Un nouveau procédé d'extraction du fer. — Dans une conférence récemment donnée à Christiania, M. A. Hiorth a indiqué un nouveau procédé permettant d'extraire le fer des minerais de Norvège, dans des conditions exceptionnellement avantageuses avec l'aide exclusive de matières de ce pays.

La Norvège, comme on le sait, fait actuellement une exportation fort importante de minerais de fer, lesquels sont raffinés à l'étranger, tandis que les besoins du pays sont satisfaits par l'importation d'articles fabriqués avec le métal extrait de ces mêmes minerais. Or, les gisements de minerais si étendus du pays pourraient, grâce à ses richesses en houille blanche, être mis à profit au moyen de quelque procédé électrométallurgique, s'il était également possible de rendre la Norvège complètement indépendante de l'étranger en la pourvoyant du carbone nécessaire comme agent de réduction. M. Hiorth a eu l'idée d'utiliser à cet effet les dépôts de graphite dont certaines parties du pays abondent, ce qui serait d'autant plus avantageux que ce graphite ne présente pas le degré de pureté requis pour d'autres emplois, tels que, par exemple, la fabrication de creusets, crayons, etc.

Le graphite est, on le sait, la variété la plus lourde et la plus pure de carbone trouvée dans la Nature, tout en étant extrêmement stable par rapport aux réactions chimiques. C'est ainsi qu'il n'est point susceptible de brûler, comme le charbon. M. Hiorth a cependant, il y a déjà quelque temps, réussi à produire du carbure en fondant du graphite en présence de chaux, avec une consommation d'énergie qui paraît peu élevée. Tandis que le charbon généralement employé dans ce même but doit, en effet, être converti, au préalable, en graphite, l'emploi immédiat de celui-ci doit nécessairement économiser de la force motrice. Les résultats encourageants donnés par ces expériences ont engagé l'auteur à se servir de cette même substance comme agent de réduction.

On peut affirmer que, dans les hauts-fourneaux, il faut environ une tonne de charbon pour réduire une tonne de fer, tandis que, dans le four électrique, la quantité maxima de charbon correspondant à la même quantité de fer n'est que de 1/3, la chaleur de fusion étant fournie par l'électricité. En Norvège, une tonne de charbon coûte environ 30 francs, tandis qu'une tonne de graphite, dans la plupart des ports norvégiens, s'obtient à un prix trois fois moindre. C'est dire que le coût du carbone serait réduit à environ 1/9, en comparaison du procédé des hauts-fourneaux, grâce à l'emploi du graphite dans le four électrique. L'auteur n'hésite pas à affirmer que ce procédé permettrait de produire le fer dans des conditions plus avantageuses que dans la plupart des autres pays; les expériences de laboratoire qu'il vient de faire démontrent, en effet, que le graphite est un agent de réduction excellent des minerais de fer. C'est ainsi qu'on produit, dans le four électrique, du fer cru très pur, à partir même de minerais de qualité inférieure et au moyen de graphite renfermant, comme impuretés, plus de 30 °/₀ de silicates et de silice.

Le fer ainsi produit en utilisant un carbone pratiquement dénué de valeur et un minerai de fer ne se prêtant guère aux autres procédés, est sensiblement exempt des impuretés de la matière brute, lesquelles se retrouvent dans les scories. Or, même ces dernières pourraient rendre des services comme excellente matière de construction.

Les expériences de M. Hiorth excitent une vive curiosité, non pas seulement en Norvège, mais à l'Etranger. L'Institution Carnegie vient de leur manifester son intérêt en accordant à l'auteur un subside pour ses recherches.

§ 7. — Biologie

Examen entoptique de la circulation rétinienne. — On sait qu'il est possible, dans certaines circonstances, de voir la circulation du sang dans les capillaires de sa propre rétine. C'est ainsi que Pürkinje et S. Müller, en fixant très exactement un fin détail d'une surface très vivement éclairée, ont vu des points brillants apparaître toujours au même point du champ visuel et décrire toujours le même trajet : ils considéraient ces points brillants comme les globules rouges fortement éclairés, circulant dans les capillaires rétiniens. Vierordt modifia le procédé de Pürkinje en substituant à l'éclairement continu un éclairement intermittent : il dirigeait, à cet effet, son regard sur un fond éclairé, et agitait devant son œil les doigts de la main tenus écartés.

Ainsi pratiquée suivant les procédés de Pürkinje ou de Vierordt, l'expérience est loin d'être nette ; il suffit, pour obtenir de meilleurs résultats, d'interposer devant l'œil plusieurs épaisseurs de verre bleu, en choisissant autant que possible des bleus ne laissant passer qu'une lumière monochromatique.

M. le Dr E. P. Fortin a fait connaître à la Société de Biologie (2 mars 1907) un dispositif nouveau qui rend l'expérience infiniment plus nette.

Grâce aux lampes d'éclairage par les vapeurs de mercure, on obtient une source lumineuse qui, dans le spectre, ne donne naissance qu'à quatre bandes colorées, dont deux sont très voisines l'une de l'autre dans le bleu. On peut supprimer les deux autres bandes

[1] *Electrical Review*, nº 20, 16 mai, p. 830.

en interposant soit des verres bleus, soit une gélatine de cobalt. L'éclairage produit par ces lampes est d'ailleurs intense et équivaut à plusieurs centaines de bougies.

En regardant, dans ces conditions, le tube à vapeurs mercurielles illuminé, le champ visuel semble un liquide en ébullition. De tous côtés, on voit surgir de petits tubes coudés très brillants dont les sinuosités se déplacent en tous sens; ce sont les capillaires. Ils apparaissent et disparaissent avec une extrême rapidité. Dans leur calibre, on voit très nettement serpenter de petites sphères noires, tantôt isolées, tantôt se suivant par cinq ou six et obturant totalement le capillaire : ce sont les globules rouges.

On pourra donc, à l'avenir, répéter avec un succès certain les observations de Pürkinje et de Vierordt, en adoptant le dispositif de M. Fortin.

Valeur alimentaire des poudres de viande. — Pour apprécier la valeur alimentaire d'une substance, il ne suffit pas de déterminer qualitativement et quantitativement sa composition chimique. Telle substance, qui contient en proportions convenables des protéines, des graisses et des hydrocarbonés, n'est pas de ce fait nécessairement un aliment précieux; la valeur alimentaire de deux substances chimiquement équivalentes peut être essentiellement différente. Ce sont là des principes importants au point de vue de l'hygiène alimentaire, dont la démonstration ne saurait être trop précisée.

La poudre de viande, par exemple, ne diffère pas essentiellement au point de vue chimique de la viande dont elle provient; or, la viande est un aliment de premier ordre; dès lors, beaucoup de gens concluent que la poudre de viande est également un aliment et un reconstituant de premier ordre. Ce en quoi ils se trompent grandement, ainsi que l'établissent des recherches faites par M. P. Lassablière au Laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

M. Lassablière nourrit deux chiens avec du bouillon et de la poudre de viande (8 gr. 80 par jour et par kilogramme de chien); il constate que cette alimentation est insuffisante, le poids des chiens diminuant rapidement. Au bout de trente-deux jours, les animaux sont dans le marasme le plus profond, et ont perdu 31 °/₀ de leur poids. Or, si l'on donne à un chien 40 grammes de viande par jour et par kilogramme de son poids, on le peut maintenir indéfiniment en équilibre de poids; et pourtant 40 grammes de viande ne représentent pas l'équivalent de 8 gr. 6 de poudre de viande. D'autre part, si l'on abandonne un chien au jeûne absolu, la mort ne survient que vers le quarantième jour, l'animal ayant perdu 40 °/₀ de son poids.

Il semble donc résulter de là que l'alimentation avec la poudre de viande n'est pas non seulement nulle, mais dangereuse, puisqu'elle provoque la mort plus rapidement que la privation absolue d'aliment.

Cette conclusion est justifiée par des expériences dans lesquelles des chiens sont soumis pendant des périodes de cinq jours chacune, alternativement au jeûne absolu et à une alimentation composée de bouillon et de 11 gr. 1 de poudre de viande par jour et par kilogramme de leur poids. Dans ces conditions, les pertes de poids des chiens sont, pendant les périodes d'alimentation, le double de ce qu'elles sont pendant les périodes de jeûne absolu.

On doit rapprocher ces faits de ceux qu'on a observés dans le jeûne salin. On sait qu'un animal nourri avec des aliments débarrassés par lessivages ou par opérations chimiques convenables des sels qu'ils contiennent meurt plus vite qu'un animal de même espèce soumis au jeûne absolu; et cela alors même qu'on a ajouté aux aliments désalés les sels dont on les avait privés. C'est donc que, dans l'opération du désalage, on a modifié les aliments de façon à les rendre inutilisables ou insuffisamment utilisables par l'organisme, et qu'on les a transformés en produits possédant au moins une faible toxicité.

Les faits de M. Lassablière sont de même ordre, et confirment cette conclusion que l'alimentation des êtres vivants ne doit pas seulement répondre à des conditions quantitatives, mais aussi à des conditions qualitatives très précises et très impérieuses.

§ 8. — Enseignement et Sociétés

La Revue de l'Enseignement des Sciences. — Il vient de se fonder un périodique mensuel, *La Revue de l'Enseignement des Sciences*, dont le but est de « servir les intérêts généraux de l'Enseignement des Sciences en travaillant à son développement, en réclamant pour lui la place que mérite son importance pour la formation des esprits et la préparation à la vie productive ». La rénovation qui s'est faite dans l'enseignement scientifique depuis l'application des programmes de 1902 justifie la nécessité de ce journal professionnel, d'autant mieux que les revues universitaires et pédagogiques s'occupent presque exclusivement des lettres et des langues vivantes.

Dans les premiers numéros, nous relevons des articles intéressants : de M. J. Lemoine, sur l'*Optique géométrique et les ondes lumineuses*; de M. Grévy, sur *examens et examinateurs*; de M. Berson, sur la *responsabilité dans les accidents de laboratoire*; de M. Chauvet, sur l'*enseignement pratique de la Géologie*, etc.

Les Laboratoires scientifiques du Mont-Rose. — Le 15 août prochain, si le temps le permet, aura lieu l'inauguration des Laboratoires scientifiques pour les recherches alpines, au Col d'Olen, à l'altitude de 3.000 mètres, sur le Mont-Rose. L'édifice comprend des Laboratoires de Botanique (dans la serre), de Bactériologie, de Zoologie, de Physiologie, de Physique terrestre et de Météorologie.

Pour les recherches à de plus grandes altitudes, un Laboratoire international de Physiologie et une chambre pour l'étude de la Physique terrestre seront disponibles dans la *Capanna Regina Margherita*, sur la pointe Gnifetti, à 4.560 mètres.

Les Laboratoires du Col d'Olen seront pourvus du matériel nécessaire et des instruments le plus ordinairement employés dans les recherches respectives.

Les postes d'étude pour les recherches alpines sont au nombre de 18, ainsi répartis : Belgique 2, Angleterre 2, Allemagne 2, France 2, Autriche-Hongrie 2, Suisse 2, Amérique 1, Italie 5. Outre la table d'étude dans les Laboratoires respectifs, une chambre est fournie gratuitement pour chaque poste, avec l'usage de la bibliothèque et des locaux en commun.

Les savants qui désireraient occuper ces postes doivent s'adresser à M. le Professeur A. Mosso, à Turin, qui leur donnera les renseignements utiles.

La « British Science Guilde ». — Cette Association, qui a pour but la propagation et la protection de la science et qui comprend de nombreuses personnalités scientifiques, vient de tenir à Londres son assemblée annuelle. On sait que cette Société intervient souvent et efficacement auprès des Pouvoirs publics pour défendre les intérêts scientifiques. C'est ainsi que, récemment, elle faisait porter la subvention du Laboratoire national de Physique de 125.000 à 250.000 francs.

La Guilde s'occupe aussi des questions d'éducation. Elle vient de constituer deux Commissions, l'une pour l'*enseignement élémentaire*, l'autre pour l'*enseignement secondaire*, et toutes deux ont mission d'établir dans l'éducation la prédominance de l'esprit et des méthodes scientifiques. Parmi les membres de ces commissions, nous relevons des noms illustres comme ceux de Sir William Ramsay, Sir Archibald Geikie, Lord Avebury, etc.

Voilà une Ligue qui agit et qui peut exercer une influence profonde sur l'avenir d'une nation. C'était un exemple à citer. Puisse-t-il toucher les savants et les parlementaires de notre pays.

LES PRINCIPES GÉNÉRAUX ET LES RELATIONS FONDAMENTALES DE L'ÉNERGÉTIQUE

*Il nous paraît d'autant plus utile de publier cette belle étude de M. Hostelet sur l'Energétique, que le nom même de cette science est aujourd'hui abusivement prononcé par toute une catégorie de personnes étrangères aux Mathématiques. Depuis qu'un certain nombre de mécaniciens, soucieux de bannir de leur science toute hypothèse métaphysique, ont tenté de substituer aux doctrines et aux notations ordinaires de la Mécanique le système énergétique, de très braves gens ont eu la candeur de croire qu'enfin la notion d'*énergie *venait de faire son apparition dans le monde. A les entendre, les équations de l'ancienne Mécanique n'auraient jamais tenu compte des énergies en jeu dans les phénomènes chimiques ou biologiques. Quelle stupéfaction serait la leur s'ils apprenaient que la grande ambition de l'Energétique est de fixer, pour tous les phénomènes physiques, les grandeurs représentatives des qualités en action et d'en préciser les rapports d'équivalence et de dépendance! Sous la bannière de la science nouvelle s'est subitement enrôlée une pléiade altière de médecins et de nourrisseurs, tout frémissants du zèle de l'apostolat et bien décidés à* introduire *désormais dans leurs théories sur l'alimentation de l'homme et du bétail, sur la nutrition et la contraction des muscles, le dosage, effectué selon les anciennes méthodes, du travail produit, des énergies accumulées ou dépensées. Avec une parfaite bonne foi, ces honnêtes expérimentateurs croient ainsi faire de l'Energétique! Lisez les programmes ou comptes-rendus des congrès de meuniers, de vétérinaires et de médicastres, voire de physiologistes, vous les trouverez infestés de mémoires ou de menaces de mémoires sur cette méritoire entreprise. Aucun des spécialistes que nous visons n'oserait se considérer comme un homme distingué, s'il négligeait de faire résonner bien haut dans ses discours ce grand mot d'Energétique, dont le sens lui échappe, mais qui médusera ses auditeurs. Il semble qu'en le prononçant on se décerne à soi-même un brevet évident de science transcendante. On le servira donc à tout propos et surtout hors de propos, de même que, depuis une boutade, maintenant célèbre, de M. Laurent Taïlhade, des nuées de folliculaires nous servent quotidiennement et sans dégoût le* « geste » *de Chose ou de Machin.*

La Science ne saurait être responsable de la façon dont les incompétents l'interprètent. Pour son bon renom, elle a cependant intérêt à répudier leur concours et à les écarter de ses débats.

NOTE DE LA DIRECTION.

I. — INTRODUCTION.

1. — Une discipline unique tend à se constituer dans les sciences physiques et chimiques. Certains savants, qui s'occupent surtout des développements mathématiques de cette théorie, la désignent volontiers sous le nom de *Thermodynamique générale*[1], en reconnaissance de la participation essentielle de la Thermodynamique proprement dite à sa formation; d'autres, plus expérimentateurs, préfèrent la nommer *Énergétique*[2], parce que l'énergie en est la notion fondamentale. Cette discipline a pour but de donner l'intelligence des généralisations expérimentales, des principes qui en résultent, des répercussions que ceux-ci apportent dans l'étude de toutes les catégories de phénomènes et des transformations que ces principes subissent par suite des acquisitions expérimentales nouvelles. Enfin, si ces principes ont été traduits mathématiquement, elle apprend comment et dans quelles conditions l'on a établi la correspondance numérique de chacune des grandeurs physiques qu'ils relient.

L'Énergétique étant en pleine période de formation, son unité n'apparaît pas toujours facilement et, surtout, l'expression de ses principes et de ses notions essentielles n'est pas toujours adéquate aux caractères expérimentaux auxquels ils se rapportent. Cette dernière circonstance doit être attribuée, en partie sans doute, à l'origine en quelque sorte industrielle de la Thermodynamique, sortie, en réalité, de l'étude des moteurs thermiques. Les termes de cette science, primitivement adaptés à leur fin particulière, ont été conservés lorsque l'application de ses méthodes a été étendue à tous les phénomènes de la matière, en sorte que leur sens trop limité ne peut que difficilement convenir à l'expression de faits tout à fait généraux. De cette mauvaise adaptation résulte une grande difficulté à saisir les procédés généraux que l'Énergétique fournit pour l'établissement des rapports entre les circonstances phénoménales les plus compliquées et les faits élémentaires qui dominent les sciences

[1] DUHEM : *Evolution de la Mécanique*, 1903.
[2] H. LE CHATELIER : *Journal de Physique*, 1895. — OSTWALD : *Revue gén. des Sc.*, 1897.

physiques, et pour la traduction de ces rapports en relations mathématiques.

2. — Autrefois, pour expliquer les propriétés des corps et établir entre elles des relations, on s'efforçait de les réduire à la figure et au mouvement, c'est-à-dire d'en trouver une explication mécanique. Grâce surtout au développement de la Thermodynamique, on a appris à considérer explicitement et systématiquement les propriétés des corps comme pouvant être irréductibles entre elles : tel corps possède les qualités d'être chaud, d'être électrisé, d'être sapide, d'être composé de tel et tel corps simples. Ce postulat de l'irréductibilité des qualités, posé à la base de l'Énergétique, a été implicitement admis au début de la Physique, et ce ne fut que le développement admirable et rapide de la Mécanique rationnelle qui amena les savants à entrevoir l'explication de tous les phénomènes naturels par les théories mécaniques, dont les principes provenaient pourtant de l'interprétation des phénomènes physiques les plus simples[1].

Parmi ces qualités, il en est qui peuvent déterminer des états distincts du corps ou du système de corps auxquels elles sont liées, états qui, bien que distincts, se reconnaissent comme étant de même espèce : états thermiques, électriques, etc. Nous concevons ainsi par elles diverses grandeurs dans le monde physique. C'est à l'expérience de démêler ces grandeurs, de les définir avec précision et d'établir une correspondance numérique entre leurs états, c'est-à-dire de les exprimer par un nombre qui croît ou décroît en même temps qu'elles.

Les sciences physiques se sont développées en modifiant leur système de qualités, grâce à une connaissance plus étendue des propriétés des corps et à une critique plus exacte des caractères spécifiques des qualités dont on avait reconnu l'existence. C'est ainsi que l'on réunit à présent sous le nom d'*énergie rayonnante* les phénomènes calorifiques, lumineux et électriques, que l'on avait groupés en catégories distinctes, parce que directement ou indirectement ils affectaient nos sens de manières différentes.

3. — Parfois, des hypothèses ont été énoncées qui tendaient à rejeter ces distinctions et à ramener tous les phénomènes aux conséquences d'un petit nombre de principes : on concevait le monde physique comme étant composé d'une infinité d'atomes animés de mouvements, soumis ou non à des actions réciproques, ou encore on le supposait constitué par un fluide continu, incompressible, au sein duquel se perpétuaient des mouvements tourbillonnaires. Ces conceptions ont certainement joué un rôle considérable dans le développement des sciences physiques : elles ont fourni aux faits des interprétations suggestives et même des relations numériques, dont l'utilité se restreint, d'ailleurs, à un domaine toujours limité. Mais, comme elles restent sans contact immédiat avec l'expérience, elles ne nous aident pas à développer en nous l'aptitude à dégager une notion des faits d'observation et à l'adapter aux acquisitions nouvelles, aptitude sans laquelle la science s'arrêterait bientôt.

Aussi, ces hypothèses, sans pouvoir être proscrites des sciences physiques, n'y entrent que comme auxiliaires et conservent un caractère provisoire.

Ce sont les notions et principes expérimentaux qu'il importe de connaître. Et, comme leur sens actuel s'étaye sur la suite de leurs sens antérieurs, il faudra, pour le comprendre bien, se pénétrer de leur évolution. Non pas que l'enseignement de cette évolution doive de toute nécessité suivre fidèlement l'histoire : il suffit qu'il soit idéalement constitué, de manière à composer une filiation aussi cohérente que le permet notre conscience des procédés d'acquisition scientifique.

4. — Toute l'Énergétique actuelle pourrait être constituée à l'aide des notions et des relations qui se dégagent du principe des travaux virtuels, résumant l'étude de l'équilibre des forces appliquées à un système de corps, du théorème des forces vives, auquel aboutit l'étude du mouvement local des corps libres, du principe de Carnot, du principe de Joule, fourni par l'étude des phénomènes mécaniques et des phénomènes thermiques, et enfin de la loi d'Ohm, fournie par l'étude des courants électriques[1]. En effet, en faisant dépendre la production d'un travail mécanique de la différence de température des deux sources de chaleur, le théorème de Carnot a conduit à la notion exacte de cause déterminante des changements ou *action motrice*, avec ou sans liaison entre les diverses catégories de phénomènes. Il a, en outre, fourni le type de la *correspondance numérique absolue*, lorsqu'on y eut introduit le principe de l'équivalence de la chaleur et du travail. Enfin, l'acte même de la transformation, du changement d'un corps ou d'un système de corps est régi par des liaisons qui dépendent essentiellement du temps et qui sont ou des *résistances vives*, comme l'a montré l'étude des mou-

[1] Mach : *La Mécanique*, trad. franç. de E. Bertrand, 1903.

[1] Pourquoi s'obstine-t-on à parler de la « loi d'Ohm »? Ohm n'a pas *découvert* la loi qui porte son nom : il s'est borné à l'énoncer, sans aucunement l'établir; son mérite consiste à avoir émis cette erreur que, si l'électricité se propage comme la chaleur, il doit en résulter que l'intensité d'un courant est égale au quotient de la force électromotrice divisée par la somme des résistances du circuit. Or ce dernier rapport a été *mis debout* par Pouillet et non par Ohm.
Note de la Direction.

vements locaux, ou des *résistances passives*, ainsi que Ohm l'a défini dans ses recherches sur la propagation de l'électricité dans les conducteurs, ou encore des *déformations* ou des *liaisons cachées* que l'on désigne, selon les circonstances, par *frottement*, par *hystérésis*, etc.

Nous ferons donc une revue d'ensemble de ces notions et de ces lois particulières en nous plaçant à un point de vue qui permette d'en dégager les caractères essentiels. Nous pourrons alors en généraliser le sens et la portée, de manière à les retrouver dans toutes les catégories de phénomènes et à adapter les principes qu'elles fournissent au domaine entier de la Physique et de la Chimie.

II. — Définition de la température et de la quantité de chaleur.

1. — L'origine de la notion de température est la sensation de chaud et de froid indépendante, de la nature du corps qui en est l'occasion et que l'on considère comme le support d'une qualité ainsi manifestée. L'égalité de température de deux corps est marquée par la cessation de changements apparents qui se montrent toujours associés à nos sensations de chaleur, et qui consistent ordinairement en des variations de volume concomitantes. Cette définition de l'égalité de température est justifiée par l'expérience, qui vérifie, en effet, que deux corps, séparément en équilibre de température avec un troisième, le sont entre eux.

Partant de la considération de corps supposés homogènes et de propriétés invariables dans un domaine thermique étendu, on a défini une température plus grande qu'une autre en rapportant la première au volume le plus grand et la deuxième au volume le plus petit, puisqu'il y avait ainsi concordance avec le degré d'acuité de notre sensation. Dès lors, admettant une proportionnalité entre la grandeur variable — température — considérée comme cause, et la grandeur variable — volume — considérée comme effet, on a adopté la convention connue de la graduation du thermomètre à mercure :

$$t = 100\,\frac{V_{100} - V_0}{V_t - V_0}. \tag{1}$$

On aurait pu choisir aussi bien la relation :

$$\text{température ou } \theta = f(t), \tag{2}$$

où t représente encore le degré marqué par le thermomètre à mercure, pourvu que la fonction $f(t)$ soit supposée croissante avec t [1]. Mais cette convention eût été moins commode et, d'ailleurs, eût paru particulièrement arbitraire.

[1] H. Poincaré : *Thermodynamique*, p. 60 et suiv.

Que la graduation ne soit pas, en effet, indépendante du corps choisi, c'est ce que l'expérience a montré par l'étude des dilatations.

2. — Deux corps A et B sont à des températures différentes, t_1 et t_2, t_2 étant plus grand que t_1 ; ces corps étant mis en présence, t_1 s'élève et t_2 s'abaisse. On observe que l'augmentation de t_1 est double, si l'on prend une quantité double du corps B. De ce fait est née la notion de quantité de chaleur, et l'on dit que B cède de la chaleur à A : on *fixe* donc un sens déterminé au déplacement de la chaleur d'après la définition donnée à la température.

Pour définir l'égalité et le rapport numérique de deux quantités de chaleur, on a eu recours aux phénomènes de changements d'états et particulièrement à celui de la fusion de la glace, dans lequel le poids de la glace fondue, qui est l' « effet » observé, apparaît comme proportionnel à la quantité de chaleur communiquée, qui en est la « cause ». L'expérience, prouve par la comparaison des mesures, que, dans ce procédé, le choix du corps dit « calorimétrique » est arbitraire.

3. — La quantité de chaleur acquise par un corps dépend évidemment des grandeurs qui spécifient l'état de ce corps. Or, si nous considérons des corps homogènes qui ne subissent pas de changements chimiques, l'étude des actions thermiques et mécaniques nous apprend que leur état est complètement défini par une relation de la forme :

$$\varphi(pvt) = 0, \tag{3}$$

où v désigne le volume d'une masse arbitraire, mais constante, du corps, et habituellement le volume spécifique, p la pression, t la température. Ces deux dernières variables sont donc les facteurs déterminants des changements thermiques et des déformations élastiques et on les appelle pour cette raison *facteurs d'intensité* ou *d'action motrice*. Pour ces corps homogènes, la quantité de chaleur dQ, empruntée pour une transformation élémentaire, s'exprime donc :

$$dQ = d\psi(pvt), \tag{4}$$

relation à laquelle il faut joindre l'équation de liaison (3) ; dQ ne dépend donc ici que de deux variables indépendantes.

L'expérience a défini deux coefficients calorifiques : la chaleur spécifique à pression constante C, et la chaleur spécifique à volume constant c. Prenons donc p et v comme variables indépendantes afin d'exprimer dQ explicitement en fonction de coefficients accessibles à l'expérience et nous aurons la relation connue :

$$dQ = C\frac{dt}{dv}\,dv + c\frac{dt}{dp}\,dp. \tag{5}$$

III. — Le principe d'équivalence et ses conséquences.

1. — Les considérations qui précèdent sont indépendantes de toute hypothèse sur la nature intime des phénomènes calorifiques. Mais les propriétés mathématiques de l'équation (5) différeront suivant les idées admises au sujet de la chaleur. Ainsi, dans l'hypothèse du calorique et de son indestructibilité, que Carnot admettait, $d\mathcal{Q}$ serait une différentielle exacte. Mais nous savons, à présent, que l'accomplissement d'un effet mécanique peut donner lieu à un effet thermique, et réciproquement. Il en résulte donc que la chaleur reçue par le corps considéré, en passant d'un état A à un état B, a pu se transformer, en partie plus ou moins grande, en effet mécanique ; de sorte que sa quantité dépend du chemin suivi. La grandeur

$$\int_A^B d\mathcal{Q}$$

n'est donc pas une fonction potentielle : il faut connaître la relation entre v et p, de A à B, pour pouvoir l'intégrer.

Par la considération de systèmes de corps quelconques, mais tels qu'un changement calorimétrique neutralise complètement un changement mécanique, Joule et Mayer ont établi qu'à un changement calorifique donné correspond un travail constant et ils en ont induit le *principe de l'équivalence du travail et de la chaleur*. On appelle équivalent mécanique de la chaleur, et l'on désigne par J, le travail qui neutralise un changement correspondant au développement d'une quantité de chaleur égale à 1 calorie dans le système considéré.

2. — On regarde donc comme démontrée par l'expérience la proposition suivante, qui est la traduction directe des conditions d'expérience de Joule : Si un système de corps, après avoir décrit un cycle de transformations, revient à son état initial, le travail fourni au système par les forces extérieures est égal au produit de l'équivalent J et de la quantité de chaleur reçue par le milieu extérieur :

$$\int -d\mathcal{T}_e = \mathrm{J} \int d\mathcal{Q}. \tag{6}$$

en donnant le signe — au travail fourni au système.

Si l'on écrit l'équation (6) sous la forme :

$$\int d\mathcal{T}_e + \mathrm{J}\,d\mathcal{Q} = 0, \tag{7}$$

on en conclut qu'il existe toujours une fonction U telle qu'il est possible d'établir une correspondance univoque entre chacune de ses valeurs et chacun des états du système dont les changements se manifestent *extérieurement* par des effets mécaniques et des effets thermiques. La variation de cette fonction potentielle U de l'état A à l'état B :

$$\int_A^B (d\mathcal{T}_e + \mathrm{J}\,d\mathcal{Q}),$$

exprimera la somme des travaux subis par les forces extérieures et de la chaleur que le milieu extérieur a reçue. Cette somme est indépendante du chemin suivi par le système. Elle définit une nouvelle grandeur physique, que l'on appelle *énergie interne*, puisqu'elle représente et évalue la propriété générale d'action que le système a en puissance dans un état donné et qui se manifeste sous un aspect double de quantité de chaleur et de travail pouvant se substituer l'un à l'autre par quantités équivalentes.

Cette correspondance numérique ne peut être expérimentalement établie qu'à partir d'un état choisi arbitrairement comme origine : l'énergie interne d'un système n'est donc définie qu'à une constante près.

3. — Dans un système isolé, $d\mathcal{T}_e$ et $d\mathcal{Q}$ sont séparément nuls, et tout changement que le système subit laisse par conséquent l'énergie interne constante. Tel est le *principe de la conservation de l'énergie*.

Dans le cas particulier d'un corps dont les états sont définis par $\varphi(pvt) = 0$, les travaux élémentaires subis par les forces extérieures s'expriment par pdv ; si donc les changements de vitesse sont négligeables, on peut écrire :

$$-dU = pdv + \mathrm{J}\,d\mathcal{Q}. \tag{8}$$

4. — Ces notions de transformation, d'équivalence et d'énergie se sont étendues à tous les modes de manifestations d'un corps ou d'un système de corps. Nous pouvons résumer comme suit les divers caractères généraux que ces notions comportent, ainsi que les lois de correspondance numérique qui en résultent.

D'après nos connaissances actuelles des faits physiques et chimiques, tous les changements, à quelque catégorie qu'ils appartiennent, sont en dépendance réciproque : un changement ne peut se produire dans un système donné sans entraîner un ou plusieurs changements conséquents de même catégorie ou de catégories différentes. Il y a donc *corrélation* et *transformation* ou mieux *substitution* des qualités.

Nous savons composer des systèmes particuliers dont les changements se compensent, c'est-à-dire des systèmes dont nous pouvons délimiter les actions sur l'extérieur par l'emploi d'« *écrans* », mécaniques, thermiques, électriques, chimiques, etc. Grâce à ces systèmes isolables, nous avons pu

établir qu'à un changement antécédent, correspond un changement conséquent de grandeur constante, quel que soit le mode de liaison choisi. Il y a donc *équivalence* et *détermination* dans la grandeur de l'effet d'un changement et l'on peut mesurer celle-ci en la rapportant à un effet particulier, choisi comme étant le plus pratique et le mieux défini. C'est ce que l'on a fait dans l'exemple de la glace, cité plus haut.

5. — Dès lors, en adoptant une convention d'additivité et une convention de neutralité, on peut faire correspondre à tout changement un nombre positif ou négatif qui indique ce qu'on peut attendre de son effet extérieur total, c'est-à-dire qui mesure ce changement. Cet effet peut se manifester sous des aspects mécaniques, élastiques, thermiques, lumineux, électriques et chimiques; mais les évaluations expérimentales de ceux-ci, traduites en un nombre homogène au travail d'un poids qui descend, se ramènent à la forme $+\Sigma k\mathrm{P}h$, où k a sa valeur absolue déterminée d'après l'unité de changement qui a été adoptée. Le même effet peut être mesuré en quantité de chaleur ou de toute autre forme d'action : le choix n'est guidé que par une question de réalisation pratique de la mesure[1].

La grandeur qui représente la propriété générale d'action sous n'importe quelle forme est appelée *énergie*, et la fonction potentielle qui définit la mesure de l'accroissement de la puissance ou capacité totale d'action d'un système, qui passe d'un état 0, choisi arbitrairement, à un état quelconque M, est appelée *accroissement de l'énergie interne :*

$$\Delta \mathrm{U} = \Delta\Sigma k\mathrm{P}h, \tag{9}$$

ou, explicitement et d'après nos conventions de signes (6) :

$$-\int_0^{\mathrm{M}} k_1 d\mathcal{T} + k_2 d\mathcal{Q} + k_3 d\mathrm{W} + \ldots$$

ces différents termes se rapportant respectivement aux modes mécaniques, calorifiques, électriques, etc.

Quant à l'équation du principe de l'énergie relatif aux systèmes isolés, elle s'écrit alors :

$$\int_0^{\mathrm{M}} (k_1 d\mathcal{T}_e + k_2 d\mathcal{Q}_e + k_3 d\mathrm{W}_e + \ldots) = 0. \tag{10}$$

IV. — Les fondements expérimentaux et les conséquences du principe de Clausius.

1. — D'après la définition de la température et celle de la quantité de chaleur, les températures des corps en présence tendent à s'égaliser, et le corps qui s'est refroidi a cédé de la chaleur à celui qui s'est échauffé. La chaleur ne peut donc passer *directement* d'un corps à un autre plus chaud. Mais, on sait, à présent, que, par l'intermédiaire de certaines liaisons qu'on peut appeler transformateurs d'énergie, il est possible d'élever la température d'un corps au moyen d'actions mécaniques. Pourrait-on, par des transformations appropriées, faire passer *indirectement* de la chaleur d'une source froide à une source chaude, lorsque le système qui a servi d'intermédiaire est revenu à son état initial? L'expérience répond que non. C'est la négation de cette possibilité qui constitue le principe de Clausius.

2. — De ce dernier principe et de celui de l'équivalence résulte immédiatement le corollaire suivant : Il est impossible, avec *une* seule source de chaleur, de produire une modification mécanique qui ne s'effectuerait pas spontanément, c'est-à-dire, dans le langage des ingénieurs, de faire fonctionner un moteur thermique.

En conclusion, quelles que soient les transformations thermiques d'un système à température uniforme et leurs liaisons avec l'extérieur, du travail ne peut être produit et de la chaleur ne peut être reçue par le milieu extérieur sans chute de température, c'est-à-dire sans la *dégradation de l'énergie thermique.*

3. — Nous savions déjà par l'étude des déplacements des corps qu'un système quelconque de corps pesants ne peut se mouvoir de lui-même que si la masse pesante *dans son ensemble* descend[1]. L'étude des déformations des corps expansibles montre qu'aucune déformation ne peut spontanément s'accomplir sans une diminution de pression. C'est ce même caractère d'un sens déterminé dans la transformation que l'on retrouve donc dans les phénomènes thermiques comme dans les phénomènes mécaniques, ainsi que dans toutes les manifestations d'énergie électrique, rayonnante, chimique : les phénomènes naturels ne procèdent d'eux-mêmes que dans un sens déterminé, qui est marqué par la diminution de certains facteurs d'intensité ou d'action motrice.

Mais, pour que l'équilibre existe, il ne faut pas nécessairement que les facteurs d'intensité de même catégorie soient égaux. Car la tendance à l'homogénéité, c'est-à-dire à l'égalité des actions motrices, est contrariée par le fait que des actions motrices de catégories différentes peuvent s'équilibrer : c'est ainsi qu'une tension électrique peut être équilibrée par un poids, par la traction d'un ressort élastique, etc. Il n'y a que pour la chaleur

[1] J. Perrin : Les deux principes de la Thermodynamique. *Revue de Métaphysique et morale*, 1902.

[1] Mach : *La Mécanique*, p. 74.

qu'on ne connaît pas de liaison qui permette l'équilibre direct d'une action motrice thermique par une autre de catégorie différente : on doit alors recourir à l'artifice d'un transformateur.

Nous désignerons cette tendance des phénomènes sous le nom de *principe de la dégradation de l'énergie*, ou plus exactement de la dégradation *de l'action motrice*.

On donne habituellement un autre sens à cette expression : dégradation de l'énergie, qui est alors employée concurremment avec celle de dissipation de l'énergie pour indiquer la tendance générale qu'ont toutes les formes de l'énergie à se transformer en chaleur. Mais nous distinguerons nettement ces deux expressions.

4. — Les mécaniciens ont défini sous le nom de *travail* l'expression numérique de l'action déterminante du mouvement ou de la déformation d'un système ; et leur énoncé du principe des travaux virtuels — d'après lequel il ne peut y avoir changement mécanique que si un travail positif peut être effectué — exprime le caractère phénoménal précédent sous une forme quantitative, applicable à tous les modes d'action mécanique.

Pouvons-nous énoncer un théorème analogue pour les systèmes dont les transformations sont à la fois mécaniques et thermiques? A cette fin, considérons un système partiellement isolé, par exemple le système formé de deux sources de chaleur, dont la plus froide sera envisagée comme milieu extérieur, et dans lequel un changement thermique se fait, non directement suivant la règle des mélanges, mais par l'intermédiaire de changements mécaniques accompagnant une succession d'états indépendants du temps. C'est le cas simple étudié par Carnot et qui lui a permis de déterminer ce qu'il a appelé capacité maximum de puissance motrice, c'est-à-dire le travail maximum qui peut être effectué du fait que l'unité de quantité de chaleur a été cédée par la source chaude à la source froide.

5. — Le *cycle* dit *de Carnot* définit un tel système à liaisons complètes indépendantes du temps. Dans ce cycle, le système est, en effet, parfaitement isolé et formé d'une suite d'états d'équilibre, de manière qu'il n'y a ni conduction, ni rayonnement de chaleur, ni frottement, ni viscosité qui transforme ou dissipe dans le milieu extérieur l'énergie cédée en passant d'un état au suivant. Si le transformateur, ou, suivant l'expression habituelle, si le moteur thermique actionne un système dont le changement consiste à élever un poids, la source chaude aura accompli, lorsque ce moteur sera revenu à son état initial, une transformation ouverte dont les effets extérieurs consisteront en un travail effectué sur les forces extérieures et en une réception de chaleur par la source froide.

Ce cycle ne répond évidemment qu'à une conception théorique, à laquelle on recourt pour le placer dans des conditions de simplicité phénoménale qui en permettent l'interprétation mathématique. Cependant, cette conception ne sort pas du monde naturel ; elle n'est que l'expression limitée d'un cycle réalisable. On sait qu'un tel cycle est ordinairement appelé *réversible*, parce qu'il définit une modification idéale qui sépare deux ensembles de modifications exactement inverses les unes des autres, celles-ci pouvant s'accomplir spontanément et celles-là ne pouvant résulter que d'une contrainte extérieure[1].

Telle quelle, la considération du cycle de Carnot n'aura d'application directe que pour autant qu'elle conduise à une approximation pratiquement suffisante. Mais, sa portée dépasse cette question d'application immédiate. Ce cas, bien qu'il soit si particulier, établit, en effet, les rapports de dépendance entre des actions motrices de qualités différentes, et l'on peut donc prévoir qu'il nous conduira à une compréhension intégrale d'une de ces relations entre les phénomènes naturels dont l'acquisition constitue le but même de l'effort scientifique.

6. — En désignant par $\mathcal{Q}_1$ la quantité de chaleur fournie par la source chaude et par $\mathcal{E}_e$ le travail produit par le transformateur dans le parcours entier du cycle, on établit que le rapport $\frac{\mathcal{E}_e}{J\mathcal{Q}_1}$ ne dépend pas du système de liaisons, c'est-à-dire du transformateur, mais uniquement des températures t_1 et t_2 des deux sources et, de plus, que ce rapport, appelé *rendement*, est *maximum*, ainsi que nous l'avions fait pressentir.

7. — On en déduit que

$$\frac{\mathcal{E}_e}{J\mathcal{Q}_1} = \frac{\varphi(t_1) - \varphi(t_2)}{\varphi(t_1)}, \tag{11}$$

$\varphi(t)$ représentant une fonction inconnue du degré de température indiqué par le thermomètre à mercure.

On pourra donc définir, avec W. Thomson (Lord Kelvin), une graduation des températures *absolues*, c'est-à-dire indépendante du corps témoin, en convenant de noter les températures d'après les valeurs T de cette fonction $\varphi(t)$. Mais, comment établir ces valeurs? Remarquons que

$$\frac{\mathcal{E}_e}{J\mathcal{Q}_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \tag{11 bis}$$

donne

$$T_1 - T_2 = \frac{T_1}{J\mathcal{Q}_1} \cdot \mathcal{E}_e. \tag{12}$$

[1] Duhem : Préface de la *Thermodynamique* de Marchis.

Si donc on prend T_1, correspondant à un état quelconque défini par t_1, comme origine de la graduation absolue, on peut établir une correspondance numérique entre les valeurs $\varphi(t)$ de T et le travail fourni par le transformateur lorsque la source chaude, à cette température origine, lui cède la quantité de chaleur $\mathcal{Q}_1$:

$$T_1 - T_2 = -1^\circ \quad \text{si} \quad \mathcal{T}_e = 1,$$
$$T_1 - T_2 = -n^\circ \quad \text{si} \quad \mathcal{T}_e = n.$$

Il suffirait donc de connaître les familles des lignes isothermes et adiabatiques d'un corps quelconque pour fixer cette graduation des températures absolues. Or, celles-ci sont très approximativement connues pour les gaz parfaits et, de plus, la graduation obtenue au moyen de cette règle coïncide avec celle du thermomètre à hydrogène; ce dernier constitue donc un appareil donnant, à la lecture directe, les degrés de température absolue.

Ainsi, le théorème de Carnot fournit une correspondance numérique entre les états d'intensité de la température et ceux d'une grandeur physique, le travail, qui sert de commune mesure à tous les phénomènes d'énergétique (12). C'est là un des exemples les plus achevés d'adaptation d'un concept physique à un plan d'ensemble d'organisation mathématique de notre représentation des phénomènes naturels, basé sur une étroite corrélation avec les postulats les plus généraux que nous fournit actuellement l'expérience.

8. — Les résultats de cet effort d'adaptation sont immédiats. On sait que la relation (11) peut s'écrire :

$$(13) \qquad \frac{\mathcal{Q}_1}{T_1} + \frac{-\mathcal{Q}_2}{T_2} \quad \text{ou} \quad \int \frac{d\mathcal{Q}}{T} = 0,$$

$\mathcal{Q}_2$ désignant la quantité de chaleur reçue par la source froide; Clausius, qui, le premier, en a fait la remarque, a démontré que cette propriété appartient à tous les cycles fermés quelconques. Il en résulte que $\int \frac{d\mathcal{Q}}{T}$ définit une deuxième fonction potentielle S qui se rapporte au transformateur et qui est donc en correspondance avec chacun des états de celui-ci, fonction où T représente la température uniforme du transformateur à un état donné, et $d\mathcal{Q}$ la quantité de chaleur reçue par lui réversiblement en passant de cet état à un état voisin.

Cette fonction S est appelée *entropie*. De même que l'énergie interne, elle ne peut être connue qu'à une constante près. Pour évaluer ses variations, on partira donc d'un état origine qui sera autant que possible le même que celui de U.

9. — Cette correspondance numérique nouvelle doit, sans doute, se rapporter à une grandeur physique importante, qu'il est nécessaire de rechercher pour ne pas disjoindre notre intuition physique des relations formelles de l'Énergétique.

La formule de Carnot s'écrit, avec la notation de l'entropie :

$$(14) \qquad \mathcal{T}_e = J(S_1 - S_0)(T_1 - T_2);$$

$S_1 - S_0$ représente ici, indifféremment, la variation de l'entropie S′ de la source chaude, après que le transformateur a décrit un cycle fermé, ou encore la variation de l'entropie S du transformateur lui-même, lorsqu'il a décrit la modification isotherme à la température T_1 :

$$-(S'_1 - S'_0) = +(S_1 - S_0).$$

Considérons maintenant la transformation ouverte qui consiste en la cession d'une quantité de chaleur $\mathcal{Q}_1$ par un corps uniquement susceptible d'échanges thermiques avec le milieu extérieur, ce corps étant la source chaude et le milieu extérieur la source froide, tous deux en liaison complète et réversible par l'intermédiaire du transformateur. Nous aurons donc, en prenant l'état final de l'isotherme T_1, pour définir l'entropie origine de ce corps :

$$(15) \qquad \mathcal{T}_e = JS'(-\Delta T_1).$$

De cette relation indépendante du temps, il résulte que l'échange de chaleur par voie réversible entre le corps et le milieu extérieur peut mettre en action un système mécanique dont la puissance motrice totale est proportionnelle au produit de l'entropie de ce corps S′ par la chute de température entre le corps et le milieu extérieur. L'entropie représente donc la *capacité thermique de puissance motrice* d'une quantité de chaleur cédée réversiblement au milieu extérieur, pour une différence de température égale à 1°.

On peut encore traduire la relation (15) sous la forme d'une condition d'équilibre : un système sera en équilibre si la puissance motrice disponible du fait de l'échange réversible de la chaleur, dans la transformation élémentaire, est équivalente aux travaux mécaniques accomplis par suite des liaisons établies par le transformateur.

10. — A présent que nous connaissons la valeur de la puissance motrice propre à l'échange thermique par voie réversible, nous pouvons déterminer la somme des puissances motrices mises en jeu, par exemple, dans la transformation réversible élémentaire d'un corps défini par $\varphi(pvT) = 0$, dont on exprime explicitement la variation d'état en fonction des variables indépendantes. Partons de la relation (8) fournie par le principe d'équivalence et nous aurons, en remplaçant $d\mathcal{Q}$ par $-TdS$:

$$(16) \qquad -dU = -JTdS + pdv,$$

puisque le corps est envisagé ici dans ses manifes-

tations extérieures et non comme un transformateur thermique. Afin d'exprimer la somme des actions motrices, remplaçons $-JTdS$ par $-J(dTS - SdT)$ et nous aurons :

$$-dU = -dJTS + JSdT + pdv,$$

d'où, en posant :

$$\Phi = U - JTS, \tag{17}$$

$$-d\Phi = JSdT + pdv. \tag{18}$$

La fonction Φ, composée de fonctions potentielles, définit donc une nouvelle fonction en correspondance numérique avec chacun des états du corps considéré. La variation de cette fonction exprime la puissance motrice totale disponible ou accumulée par le fait du passage du corps d'un état donné à un état voisin, lorsque ce passage s'effectue par changement réversible élémentaire, à la fois thermique et mécanique. Si donc cette variation est nulle, le système est en équilibre, ainsi qu'il résulte de (15).

V. — Les potentiels statiques de puissance motrice.

1. — Nous pouvons donc étendre l'application du principe des travaux virtuels pour les systèmes conservatifs à l'expression des conditions d'équilibre des systèmes dont les liaisons avec l'extérieur permettent des transformations réversibles, thermiques et mécaniques. Seulement, ces fonctions Φ évaluant le travail total comporteront non seulement des vecteurs et des coordonnées, mais encore des termes exprimant des quantités de chaleur.

2. — Observons que, pour établir l'expression (18), nous avons appliqué le procédé général d'expression mathématique des changements physiques. Ce procédé consiste, en effet, à substituer aux changements *effectifs* des changements *équivalents*, composés de un ou plusieurs changements faciles à définir et à évaluer : tel est le déplacement d'un corps dans l'espace, qui est remplacé par la combinaison d'un mouvement de translation et d'un mouvement de rotation ; tel est, aussi, l'échange thermique réversible d'un corps, qui est accompli par l'intermédiaire d'une source et d'un transformateur parcourant un cycle de Carnot. Par la superposition des changements composants, on passe de l'état initial du changement effectif à son état final, sans tenir compte des états intermédiaires. Si l'on voulait cependant réaliser chacun de ceux-ci, on recourrait à la méthode des limites, au moyen de laquelle on resserre les échelons, de manière que le changement réel et le changement équivalent ne diffèrent plus l'un de l'autre que d'une quantité moindre que toute quantité donnée.

3. — La fonction Φ n'est pas la seule dont la variation évalue le travail qui peut être effectué dans le passage réversible d'un corps d'un état à un autre. Si l'on voulait, en effet, exprimer explicitement, en fonction des facteurs d'intensité ou d'action motrice p et T, les manifestations extérieures résultant de ce changement, il suffirait de remplacer pdv par $(dpv - vdp)$ dans l'expression du travail total (18) :

$$-JSdT + dpv - vdp = -d\Phi,$$

d'où :

$$-JSdT - vdp = -d\Phi', \tag{20}$$

en posant :

$$\Phi' = U - JTS + pv. \tag{19}$$

Φ' représente encore une fonction potentielle qui évalue le travail effectué par suite de la variation réversible élémentaire des facteurs d'intensité.

Si la pression est constante, on déduit de (20) que :

$$\frac{-d\Phi'}{-dT} = JS; \tag{21}$$

JS représente donc la capacité thermique de travail résultant de l'abaissement d'un degré de température. De même, si la température est constante, on aura :

$$\frac{-d\Phi'}{-dp} = v; \tag{22}$$

v représente donc la capacité élastique de travail résultant d'une diminution de pression égale à l'unité. Ces dénominations sont justifiées par le fait que les coefficients JS et v seraient n fois plus grands en prenant n kilogs du corps. Ainsi, si l'on a plusieurs cylindres identiques renfermant un même gaz et que la pression extérieure, la même pour tous, diminue de $-dp$ en produisant un déplacement de n pistons, ce changement rend évidemment disponible un travail total proportionnel au nombre de cylindres, c'est-à-dire au volume du gaz employé.

4. — Il résulte des équations (17), (18) et (16) que la connaissance de Φ permet de déterminer les trois grandeurs S, p et U, si l'on connaît T et v et, par conséquent, toutes les grandeurs qui définissent complètement un corps homogène n'ayant pas d'autres manifestations extérieures que des déformations et des échanges thermiques réversibles. La fonction Φ' jouit de la même propriété : c'est pourquoi Φ et Φ' ont été nommés par Massieu *fonctions caractéristiques du corps* et par Gibbs *fonctions thermodynamiques fondamentales*.

Pour nous, qui cherchons principalement à définir les grandeurs qui servent de base à l'intelligence des phénomènes naturels et à établir leurs correspondances numériques, les fonctions telles

que Φ et Φ' ont un caractère spécial. Etant donnée la corrélation des changements par laquelle certains facteurs d'action motrice augmentent dans une transformation spontanée, elles expriment par leurs variations la grandeur d'une cause générale déterminante de changements dont les facteurs d'action motrice représentent des formes particulières. La variation de cette grandeur résultante est nulle lorsque le changement s'accomplit dans des circonstances limites déterminées, c'est-à-dire par une suite d'états indépendants du temps (changements réversibles).

Bien que cette grandeur s'exprime en travail, nous l'appellerons *potentiel statique de puissance motrice totale*, afin de ne pas lier ses effets à des actions exclusivement mécaniques.

5. — Si, à partir d'une valeur correspondant à un état donné du système, la variation de ce potentiel est nulle, c'est-à-dire si la puissance motrice totale ne diminue pas, la cause déterminante de changements est nulle et, par conséquent, le système ne peut se transformer de lui-même. Nous trouvons ainsi une condition d'équilibre :

$$\delta\Phi = 0 \tag{23}$$

dont l'expression généralise le principe des changements virtuels pour le système conservatif; nous retrouverions, d'ailleurs, celui-ci dans le cas particulier des déformations des corps en supposant l'état thermique invariable.

Une variation positive de ce potentiel indiquerait encore que le système est forcément en équilibre. On peut, d'ailleurs, en donner facilement la démonstration directe. Supposons, par exemple, que l'on ait (18) :

$$-JSdT > -vdp;$$

comme v est essentiellement positif et qu'on peut choisir une origine de l'entropie telle que S soit toujours positive, il en résulte qu'en combinant ce système avec un autre en équilibre dont la condition est donnée par :

$$0 = -JSdT - v'dp,$$

on aura :

$$-(v+v')(-dp) > 0$$

ce qui est impossible.

Nous en concluons donc qu'une transformation, à partir d'un état d'équilibre, n'est spontanément réalisable que s'il en résulte une diminution de la puissance motrice totale. C'est ce que nous désignerons par *le principe de la tendance à la diminution de la puissance motrice totale.*

6. — Les notions que nous venons d'acquérir en partant du principe de Clausius doivent être étendues aux autres qualités que l'expérience distingue.

A chaque qualité physique sont associés deux facteurs, l'un *qualificatif*, que j'appellerai support de puissance motrice (masse spécifique, entropie, quantité d'électricité, etc.), et l'autre *intensif* ou facteur d'action motrice (niveau, température, potentiel), ce dernier déterminant le sens et la grandeur de la modification du premier lorsque l'intensité n'est pas uniforme dans les diverses parties d'un même corps ou dans les divers constituants d'un système. Cette tendance à l'égalité des facteurs intensifs d'une même qualité peut cependant, ainsi que nous l'avons déjà signalé, être contrariée du fait que deux tensions de qualités différentes peuvent s'équilibrer.

Bien que, comme on le voit par l'exemple de la température, l'intensité ne soit pas nécessairement une grandeur additive, il est toujours possible de la mesurer, en ce sens que les nombres peuvent servir à en repérer les degrés. Pour fixer le nombre correspondant à une intensité donnée, il faut disposer d'échelles convenables, dont l'établissement est essentiellement lié à celui d'instruments étalons. Ainsi, l'on dispose de thermomètres pour mesurer les degrés de température absolue, ce qualificatif signifiant, ainsi que nous l'avons rappelé, que la graduation est indépendante des propriétés spéciales du corps témoin et ramenée à une capacité de production de travail mécanique.

Il semblerait, à première vue, que la mesure des facteurs quantitatifs ne présente pas de difficulté, puisqu'elle se ramène en principe à la détermination d'un rapport par une combinaison d'additions et de soustractions. Malheureusement, il est rare qu'on puisse faire ces mesures directement et l'on est presque toujours forcé de ramener la mesure d'une charge à celle d'une tension. C'est ainsi que les masses, coefficients des résistances vives, sont mesurées par des poids, les charges électriques par des tensions et les charges calorifiques par des variations de température.

7. — Cette manière de procéder introduit un coefficient nouveau, qui est, pour un corps donné, ou dans un espace donné, le rapport de dépendance entre la variation de la charge et celle de la tension correspondante. Ce rapport, appelé *capacité*, est-il constant? Et suivant quelle loi varie-t-il avec les conditions extérieures? Ce n'est que lorsque ces problèmes seront résolus qu'on pourra justifier la mesure indirecte du facteur quantitatif d'une qualité donnée.

La capacité d'un corps pour une forme d'énergie peut varier, en effet, puisque la charge peut grandir ou diminuer bien que l'intensité reste constante. Ce fait, qui nous conduit tout naturellement à la notion de la *charge latente*, c'est-à-dire de charge n'entraînant pas la variation du facteur intensif,

fait ressortir l'importance de ces problèmes. Mais on voit par (21) et (22) que ces problèmes de capacité dépendent tous de la notion de potentiel statique de puissance motrice totale d'un système, puisque les coefficients différentiels représentent précisément les capacités *absolues* de chacune des qualités pour l'état considéré.

8. — L'expérience a montré que, pour certaines qualités, la somme de tous les éléments quantitatifs relatifs à chacune d'elles reste invariable dans toutes les transformations que subit un système de corps isolé. C'est ainsi que Lavoisier a pu énoncer la loi de la conservation des masses, et Faraday celles des charges électriques. On peut encore énoncer la loi de la conservation des équivalents chimiques pour autant qu'on se trouve dans les conditions habituelles d'expérimentation : cette restriction est nécessaire, depuis que M. Ramsay[1] a constaté la transformation des espèces par le passage direct du radium à l'état d'hélium. Ces lois nous fournissent donc des relations entre ces facteurs quantitatifs qui joueront, dans le traitement mathématique des phénomènes physiques et chimiques, le même rôle que les équations de liaison en Mécanique ordinaire.

Pour ce qui concerne la somme des charges thermiques qui correspondent, ainsi que nous l'avons vu, à l'entropie, elle ne reste invariable que dans des changements dont les liaisons sont indépendantes du temps. Dans les transformations spontanées d'un système isolé, cette somme grandit sans cesse; mais, ces dernières transformations se rapportent aux liaisons dépendantes du temps, que nous examinerons plus loin.

9. — Considérons un système partiellement isolé, c'est-à-dire qui n'échange avec l'extérieur qu'une espèce déterminée d'énergie. Il résulte des définitions mêmes qu'une transformation n'est possible que par la variation concomitante d'au moins une tension et, réciproquement, l'équilibre ne peut exister que si les tensions sont égales. Le déplacement d'énergie qui lui est corrélatif provoquera en chaque endroit du système une variation de tension plus ou moins considérable, suivant la capacité qui lui correspond. Nous remarquerons, à ce propos, que l'énergie peut être même absorbée entièrement par la charge latente comme, par exemple, dans les changements d'états d'agrégation, de sorte que l'intensité reste constante : par conséquent, un déplacement d'énergie peut n'être pas accompagné d'une variation de tension et, dans ce cas, il ne pourra pas se produire spontanément. On voit ainsi que les variations d'énergie ne régissent pas directement les transformations.

[1] Ramsay : *Zeitschrift für phys. Chem.*, 1903.

Ces indications, qui s'appliquent à toutes les formes d'énergie, donnent l'intelligence claire et précise des difficultés que rencontre l'application pure et simple des principes de la Thermochimie. Un système chimique tend à être modifié par suite des différences entre les tensions chimiques et non pas par suite des différences de l'énergie interne entre les états initial et final de la réaction. Ce n'est donc pas le sens du déplacement calorifique qui décide de celui des réactions chimiques, comme on l'a cru longtemps : il n'en est ainsi que lorsque les capacités thermiques restent constantes. Or, ces dernières varient considérablement, en particulier dans les changements d'états d'agrégation. Le principe, nommé inexactement, du *travail maximum*, n'est donc pas ici applicable, ainsi que Berthelot l'avait, d'ailleurs, remarqué. Pour prédire le sens de la transformation d'un système à une certaine température, la donnée que la Thermochimie devrait nous fournir est l'excès de la tonalité thermique sur la chaleur latente de transformation du système à la température considérée.

10. — La fonction U, énergie interne, n'est donc pas explicite au sujet du sens et de la grandeur des transformations d'un système. Aussi Gibbs, Helmholtz, Duhem et d'autres savants ont-ils défini des fonctions spéciales appelées *énergie libre*, *potentiel thermodynamique*, etc., que l'on peut généraliser et étendre à toutes les formes d'énergie, et qui permettent d'exprimer les diverses circonstances que présente un état donné d'un système dont les liaisons sont indépendantes du temps. Nous avons précédemment signalé ces fonctions, que nous avons nommées potentiels statiques de la puissance motrice totale, voulant rappeler par là plus clairement la grandeur physique dont elles sont la traduction mathématique.

Ainsi, imaginons un système qui subit, à partir d'un état donné, une transformation réversible consistant en déformations élastiques, en échanges thermiques, en déformations de champ électrique, en réactions chimiques; la condition d'équilibre du système dans son état actuel sera obtenue en égalant à 0 la somme des travaux accomplis pour réaliser chacune de ces transformations.

On évaluera celles-ci par des changements équivalents pour lesquels on recourra à des écrans tels que pistons, condensateurs, parois semi-perméables, etc.

VI. — Transformations dont les liaisons dépendent du temps.

1. — Les fonctions potentielles qui expriment la diminution de puissance motrice totale, du fait du passage du système, par voie réversible, d'un

état d'équilibre à un autre, ne peuvent pas définir les circonstances de mouvement. L'état dynamique fait naître, en effet, des liaisons autres que celles que nous avons spécifiées : ce sont précisément celles qui dépendent essentiellement du temps. Elles se traduisent physiquement par ce fait général que toute transformation demande un temps plus ou moins long pour s'accomplir et, pendant l'acte de la transformation, des liaisons internes ou externes du système entrent en jeu et se manifestent par des déplacements locaux, par des courants de diffusion, par un dégagement de chaleur, lors même que les tensions sont uniformes, ou encore par des productions de puissance motrice telles que celles qui résultent des perturbations électrodynamiques ou des pressions hydrodynamiques.

L'étude de ces phénomènes nécessite l'introduction de notions nouvelles. C'est ainsi que les mécaniciens ont été amenés à créer la notion de *masse*, dont la grandeur est la caractéristique du mouvement local du système matériel considéré, et celle de *force vive*, pour désigner la puissance motrice accumulée $m\frac{v^2}{2}$, du fait que le corps de masse m est en état dynamique caractérisé par la vitesse v. Ils ont créé aussi les notions de *frottement* et de *viscosité* pour représenter les liaisons dépendantes du temps pour lesquelles la modification mécanique, glissement d'un solide sur un autre, écoulement d'un fluide dans un tube, déplacement d'un solide dans un liquide ou un gaz, engendre des changements d'état physique et chimique et de la chaleur lors même que les grandeurs calorifiques restent constantes. Mais ces dernières liaisons ne constituent point des sources de puissance motrice : elles se traduisent uniquement, pour le milieu extérieur, par un gain de chaleur qui cesse avec la transformation. On les appelle donc *résistances passives*, tandis que la masse représente une résistance vive capable d'action motrice.

2. — D'après le principe de la conservation de l'énergie dans un système isolé, la perte de puissance motrice totale provenant du changement du système d'un état à un autre, doit être compensée par les effets des liaisons dépendantes du temps, qui se manifestent comme résistances vives ou passives et par les échanges directs de chaleur. La chaleur engendrée par suite des effets dus à la viscosité et aux liaisons cachées a des expressions mathématiques différentes suivant la modification que l'on considère.

3. — Afin d'illustrer la relation fondamentale de la Dynamique générale, prenons l'exemple de l'écoulement en régime permanent d'un liquide dans un tube incliné. Le résultat de l'écoulement en régime se traduit par le passage *par seconde* d'une certaine quantité de liquide de l'état de repos au niveau libre S à l'état dynamique caractérisé en une section s_1 du tube par la vitesse uniforme v. La variation de puissance motrice totale de la quantité I de liquide qui s'écoule par seconde se compose de la variation due au changement d'état statique $\Delta\Phi$, augmentée de la puissance motrice provenant des pressions hydrodynamiques $\Delta\Pi$ et diminuée de l'accroissement de la force vive de la quantité de liquide considérée. La force vive, constituant une source de puissance motrice, peut, en effet, être considérée comme un des termes composants de la fonction dynamique de puissance motrice totale. On sait qu'on a donné à cette forme spéciale de l'énergie le nom d'énergie cinétique.

$\Delta\Phi$ se calculera aisément si l'on remarque qu'il se compose uniquement de travaux mécaniques, consistant en l'abaissement, par seconde, d'une quantité de liquide I, de poids Id, d désignant la densité, de hauteur h; $\Delta\Pi$ s'évaluera par le travail de détente provenant des différences des pressions hydrodynamiques quand la section du tube n'est pas uniforme. Quant au travail absorbé par suite de l'accroissement de forces vives, il sera donné par $\frac{Iv^2}{2}$, puisque après une seconde la quantité I de liquide est animée d'une vitesse uniforme v.

Le travail absorbé par la viscosité, proportionnel au débit I, s'exprimera par ρI, ρ désignant le coefficient des résistances passives, c'est-à-dire la quantité de puissance motrice absorbée par l'unité de poids du liquide écoulé.

D'après le principe énoncé plus haut (2), on aura donc :

$$\frac{d\Phi}{dt}\,I\,dt + \frac{d\Pi}{dt}\,I\,dt - \frac{v^2}{2}\,I\,dt = \rho I\,dt. \tag{24}$$

et en représentant par ψ la puissance motrice dynamique totale disponible, fonction qui est bien distincte du potentiel statique des puissances motrices, la relation (24) devient :

$$\frac{d\psi}{dt} = \rho I. \tag{25}$$

On reconnaît là une loi analogue à celle de Ohm. Mais il ne faut pas oublier que le coefficient ρ a, d'après les déterminations expérimentales, des dimensions différentes de celles du coefficient de résistance électrique : on trouve, en effet, que $\rho = \frac{\alpha l v}{r^3}$.

Le problème de la nature intime de ces liaisons de viscosité ne se pose, *a priori*, qu'à ceux qui cherchent à faire rentrer leur représentation de tous les phénomènes naturels dans la représentation d'une catégorie de ces phénomènes. Pour ce qui nous concerne, nous ne nous en préoccupe-

rons pas ici plus que nous ne l'avons fait de la nature essentielle de la chaleur.

4. — Nous pourrions introduire dans un système à changements thermiques et mécaniques des liaisons telles que le déplacement d'un poids par l'intermédiaire d'un dispositif approprié, ou *machine*, ainsi que nous l'avons considéré précédemment dans l'étude des moteurs thermiques. De cette manière, la puissance motrice totale disponible serait en partie utilisée à produire un effet particulier. On exprimera cette nouvelle liaison en ajoutant au deuxième membre de l'équation fondamentale de la Dynamique générale un terme dépendant ou non du temps, mais qui modifiera toujours la vitesse de transformations. Alors même que l'accroissement de la force vive totale serait négligeable, la puissance motrice absorbée par la viscosité et par les échanges thermiques directs ne le serait ordinairement pas. De sorte que la puissance motrice disponible du fait de la variation du potentiel statique ne peut être totalement employée à produire l'effet cherché.

Comme dans l'étude des moteurs thermiques on se préoccupe d'utiliser la puissance motrice disponible, on a traduit par le principe de la dissipation de l'énergie ce fait, qu'une partie de la puissance motrice disponible est rendue inutilisable comme source de travail mécanique par des liaisons dépendantes du temps ou irréversibles. Cette expression est d'ailleurs incorrecte, car l'énergie ne se dissipe pas et il serait plus exact de dire : *le principe de la dissipation de la puissance motrice disponible comme source de travail utile.*

Notons que l'on n'a pas toujours en vue d'utiliser le travail mécanique. Ainsi, si l'on veut disposer de l'énergie électrique, la différence de potentiel aux bornes d'un générateur ou d'un récepteur sera alors la donnée intéressante. Nous devons donc dire, d'une manière toute générale, que, pour évaluer la puissance motrice utilisable, on isole, dans l'expression de la fonction dynamique de puissance motrice, le terme qui se rapporte à la forme d'énergie considérée (travail mécanique, différence de potentiel, etc.).

5. — La relation (25) peut être étendue à toutes les formes d'énergie : il suffira de faire entrer dans la fonction ψ tous les termes exprimant la grandeur des diverses sources d'actions motrices et d'écrire dans le deuxième membre de cette relation l'ensemble des termes qui évaluent les causes de dissipation de puissance motrice. On obtiendra ainsi l'équation fondamentale de la Dynamique générale, à laquelle on peut donner le nom de *principe de l'absorption, dans le temps, de la puissance motrice dynamique totale.*

6. — Supposons que, dans un système donné nous puissions établir la variation de la fonction ψ de la puissance motrice totale, à partir d'un état déterminé pour toutes les directions possibles de transformations. Dès lors, on reconnaîtra que ce système est susceptible de se transformer spontanément au fait que ψ diminue en passant de l'état donné statique ou dynamique à un état voisin. Cette propriété peut généralement se constater pour de multiples changements élémentaires à partir de l'état considéré. Ainsi, dans le cas d'un corps pesant posé sur un plan incliné poli, le potentiel de puissance motrice totale décroît pour une infinité de déplacements. Mais l'expérience nous apprend que le corps livré à lui-même suivra toujours une seule et même direction, qui est la voie de plus grande pente ou de chute la plus rapide. De même, pour un fluide qui s'écoule (exemple du déversoir) ou pour la chaleur qui se propage, la voie suivie sera celle de l'écoulement le plus rapide, c'est-à-dire du débit maximum. Ce sont là, d'ailleurs, des cas particuliers du postulat fondamental des sciences de la Nature : *tout phénomène est physiquement déterminé.* Ce principe de la détermination physique entraîne une propriété mathématique de minimum ou de maximum, qui lève l'indétermination actuelle de la correspondance numérique que nous avons établie.

On retrouve cette propriété mathématique dans les principes de moindre résistance, de moindre action, de moindre contrainte, de stabilité, de l'équilibre, etc.; loin de comporter une signification métaphysique quelconque, elle exclut, au contraire, toute obscurité pour affirmer simplement de la manière la plus nette que les phénomènes naturels procèdent dans un sens déterminé et d'une seule manière[1].

7. — Lorsque les grandeurs physiques que nous avons distinguées sont dans des conditions qui répondent aux définitions que nous leur avons données, nous sommes donc à même de traduire mathématiquement les conditions d'équilibre et de mouvement d'un système pouvant subir des changements quelconques.

On pourrait traiter les cas d'équilibre comme des cas particuliers du problème dynamique général. Mais il est souvent plus simple de les étudier directement. Aussi ont-ils été généralement abordés les premiers.

Admettons donc qu'un système quelconque puisse subir à la fois des transformations mécaniques, thermiques, électriques et chimiques en étant soumis à des modifications réversibles. Dès lors, la variation du potentiel statique de la puissance motrice totale du système est nulle. On aura

[1] Mach : *Loc. cit.*

donc les deux expressions d'équilibre équivalentes, l'une exprimant l'hypothèse même :

$$(26) \qquad JS(-dT) + v(-dp) + q(-d\Omega) + \ldots = 0,$$

les facteurs d'intensité étant pris comme variables indépendantes, l'autre obtenue par voie de conséquence mathématique :

$$(27) \qquad d\Phi' \text{ ou } d(U - JTS + pv + \Omega q + \Sigma\mu m) = 0.$$

L'on prendra l'une ou l'autre de ces relations, suivant les circonstances spéciales du problème. C'est ainsi que la seconde relation sera tout indiquée si, les tensions étant donc considérées comme les variables indépendantes, on connaît les fonctions S, v, Ω et μ, ainsi que U qui est, d'ailleurs, représenté par la donnée calorimétrique.

La solution du problème d'équilibre, quel qu'il soit, exige donc d'abord que l'on puisse définir un système de liaisons externes qui rende la transformation réversible. D'une manière générale, les tensions doivent être uniformes. De plus, la condition de réversibilité exige, pour les déformations élastiques, que leurs tensions soient constamment équilibrées par une pression extérieure ; pour les échanges thermiques, qu'ils soient isothermes ou adiabatiques ; pour les déplacements d'électricité, qu'ils se fassent par l'intermédiaire de condensateurs ; et pour les actions chimiques, qu'elles se produisent par l'intermédiaire de parois semi-perméables. On sait que les parois osmotiques ne constituent qu'un exemple particulier de ces parois semi-perméables, et, si elles ont acquis une importance capitale, c'est par suite des problèmes qu'elles ont permis de résoudre en ramenant l'action motrice d'une transformation chimique à un travail extérieur. Lorsque ces procédés suffisent, on peut évaluer la variation du potentiel de puissance motrice et, par conséquent, mettre le problème en équation.

8. — Si le système n'est pas homogène, on le décompose, pour définir complètement ses transformations intérieures, en parties homogènes, et l'on emploie la méthode des limites pour déterminer les surfaces frontières, c'est-à-dire les régions de séparation de ces parties homogènes. L'on obtient ainsi un certain nombre de phases que l'on étudiera séparément comme autant de systèmes particuliers, les liaisons réciproques étant considérées comme des manifestations extérieures aux systèmes limitées par une surface frontière.

On sait que Gibbs a établi cette méthode d'une manière qui semble être définitive.

Entre ces phases homogènes, il existe donc des régions frontières qui ne répondent pas à la définition d'homogénéité. Elles manifestent des propriétés spéciales qui se traduisent par des tensions superficielles, des tensions électriques ou des phénomènes analogues qui s'opposent à la tendance à l'homogénéité. Il faudrait en tenir compte dans l'énoncé des forces de liaison ; mais on les néglige lorsque les phases sont de dimensions telles que l'énergie propre à ces liaisons serait infime par rapport à celle des autres manifestations extérieures à la phase considérée. Beaucoup de résultats théoriques infirmés par l'expérience proviennent de ce que l'on a négligé cette énergie de frontière, sans avoir au préalable vérifié si elle était relativement très petite.

9. — Ainsi, considérons une masse de composition homogène qui ne peut avoir avec l'extérieur d'autres liaisons que des échanges de chaleur et des déformations mécaniques. Sa condition d'équilibre est alors donnée par (20) :

$$(28) \qquad JSdT + vdp = 0.$$

S'il se produit en son sein des transformations chimiques, S et v ne sont pas entièrement définies par p et T et dépendent d'autres paramètres que l'expérience nous apprend à spécifier. Ces paramètres devront exprimer des variations dans les proportions des composants et même dans leur nombre, ainsi que cela se présente dans la dissociation de l'eau à haute température.

10. — Il y a lieu de définir ici avec précision un composant chimique. Est composant chimique tout corps susceptible d'être séparé d'une masse homogène ou d'un système hétérogène et tel qu'il ne pourra à lui seul, par aucune circonstance phénoménale, reproduire la masse homogène ou reconstituer le système, ainsi que chacune des autres parties séparées de celui-ci : H^2 et O^2 dans la dissociation de la vapeur d'eau constituent des composants chimiques différents. Certains corps tels que $\overset{+}{H}$ et $\overset{-}{OH}$, dans la dissociation électrolytique de H^2O liquide, bien que ne pouvant pas être séparés de la masse homogène, sont considérés comme des constituants, étant donnés les caractères phénoménaux qui les distinguent. Cette définition du constituant chimique marque bien la distinction entre une décomposition chimique et un changement d'état d'agrégation d'un corps. En effet, toute phase provenant d'un tel changement peut, à elle seule, reproduire, par des modifications de pression, de température ou autre facteur physique, les autres phases de ce corps.

Parmi les composants chimiques d'un système, on distingue les composants dépendants et les composants indépendants. Cette distinction est toute relative aux conditions expérimentales du système et n'est vraie que dans des limites données ; elle est basée sur ce fait d'observation qu'il suffit de définir les états de certains composants pour connaître

ceux des autres. Ainsi, entre certaines limites de température, les états de H^2 et de O^2 étant donnés, on en déduira l'état de H^2O gazeux. En dehors des limites d'application de cette relation entre les composants dépendants et les composants indépendants, relation qui implique la réversibilité, le constituant dépendant peut devenir lui-même constituant indépendant : tel est H^2O à la température ordinaire.

Les corps simples et les radicaux chimiques sont des composants que l'on considère comme indépendants dans toutes les circonstances expérimentales où se place le chimiste. Mais on sait que les études récentes de la radio-activité ont montré que la propriété d'indépendance et de conservation des constituants a des limites et qu'elles ont même conduit certains physiciens à énoncer le principe de dissipation ou d'évolution des espèces. Que ce principe vienne à être établi de manière à emporter la conviction, il n'en résultera en Énergétique que cette simple modification : un paramètre qu'on a supposé constant jusqu'à présent doit être considéré comme variable dans certains problèmes expérimentaux donnés.

11. — Je terminerai ces considérations générales sur les caractères implicitement contenus dans les équations de liaison, en faisant remarquer que la considération mathématique de frottement chimique proprement dit résulte, peut-être, de l'ignorance où nous sommes de tous les états et combinaisons des éléments et des radicaux chimiques : ainsi H^2 et O^2 peuvent être, à la température ordinaire, dans des états différents de ceux où ils se trouvent à la température de dissociation de l'eau. Pour comprendre physiquement les frottements proprement dits, il faut tenir compte aussi que des actions motrices de catégories différentes peuvent s'équilibrer, et que le principe de l'égalité des tensions des actions motrices de même espèce n'est donc pas contredit par le fait de la permanence d'un système chimique dont les tensions ne sont pas égales, ainsi qu'on le voit dans le mélange de la vapeur d'eau, de l'oxygène et de l'hydrogène.

12. — *Le problème de la Dynamique générale.* Considérons, à présent, le cas entièrement général d'un système en acte de transformation. Il n'y aura de loi de correspondance numérique que si les états des grandeurs physiques qui sont introduites dans les relations mathématiques sont dans des conditions qui répondent aux définitions que nous leur avons données. Nous sommes donc obligé d'apporter cette première restriction qui, parfois, pourra être levée par l'emploi des méthodes de la Mécanique statistique [1]. Là où ces conditions seront satisfaisantes, il suffira d'exprimer que la diminution, pendant le temps dt, de la fonction dynamique de la puissance motrice totale du système est équivalente à l'énergie absorbée par les résistances passives de toute espèce :

$$(29) \qquad d\psi = \Sigma \rho i dt;$$

ψ se compose, comme on le sait, des puissances motrices résultant des pressions hydrodynamique, osmodynamique, des forces électrodynamiques, des forces vives, en un mot toutes les puissances motrices provenant de toutes les actions motrices reconnues agissantes dans le système ; les ρ comprennent les différents coefficients de résistances passives provenant de la propagation des fluides par écoulement ou par diffusion, de la chaleur, de l'électricité, des transformations dans la constitution même des corps du système ; et les i représentent les différentes vitesses de transformation et les débits du système.

Les équations de liaison sont données par les lois de la conservation des masses, des équivalents chimiques et, en outre, par les relations qui expriment les variations réciproques des diverses espèces de tensions avec l'état du système. Les variables indépendantes sont déterminées par la nomenclature des composants indépendants et des facteurs d'intensité indépendants, ainsi que nous l'avons exposé dans l'étude du problème de l'équilibre. Quant à l'état final du système, ou même à la succession des états du système, elle dépendra du mode de variation imposé aux grandeurs indépendantes. C'est ainsi, par exemple, que l'on obtient des corps différemment composés et constitués suivant la vitesse de refroidissement d'une fonte en fusion.

De même encore que dans le problème de l'équilibre, si le système est complexe, on le décomposera en systèmes composants homogènes, que l'on étudiera séparément en définissant toutes les liaisons extérieures dans leurs états dynamiques.

13. — Prenons l'exemple de l'électrolyseur en activité. Un équivalent total définit tous les débits ou rendements chimiques composants : c'est l'intensité du courant électrique. Or, d'après le principe de la détermination unique, les transformations doivent être telles que cette intensité totale I du courant soit maximum pour une puissance motrice totale donnée. Si donc, de la relation (29), on dégage I des termes qui composent les deux membres, on aura :

$$(30) \qquad \delta I = 0 \quad \text{ou} \quad I = \Sigma i.$$

Nous rappellerons que cette condition a été démontrée directement par Maxwell, pour la loi d'Ohm, dans le cas de la distribution du courant

[1] Gibbs : *Elementary Principles in Statistical Mechanics.*

dans un réseau métallique. Cet illustre physicien l'énonce sous la forme du théorème suivant : « Dans tout système de conducteurs qui ne renferme pas de f.e.m. intérieure, la chaleur engendrée par des courants distribués conformément à la loi d'Ohm est moindre que si les courants avaient été distribués de quelque autre manière compatible avec les conditions obligatoires d'arrivée et d'écoulement du courant[1]. »

Cette propriété de l'intensité maximum traduit en même temps une condition de stabilité du régime du courant électrique. Il en résulte que, dans le cas d'un électrolyseur en fonctionnement, on assurera un régime de transformation aux électrodes en y fixant l'intensité totale du courant[2].

Cette conclusion apporte la justification des méthodes empiriques des anciens électrochimistes qui voyaient dans la densité du courant l'élément capital, alors que les modernes pensent que, seule, la tension de séparation a un sens et une action véritables.

14. — En résumé, on doit placer à côté des notions de corrélation et d'équivalence celle de tension qui doit être introduite dans toute catégorie de phénomènes. C'est la différence des tensions qui régit le sens des transformations d'un système : l'équilibre n'est possible que si les tensions d'une même catégorie sont égales. Souvent la variation d'une tension d'espèce donnée entraîne celle des tensions d'autres espèces : c'est le potentiel de puissance motrice totale qui exprime leurs dépendances mutuelles. Si cette fonction tend à diminuer, il y aura transformation, et cela dans un sens qu'on peut toujours exprimer mathématiquement. Si, au contraire, elle tend à augmenter ou à rester invariable, le système demeurera en équilibre : la tendance à la variation de la tension d'espèce donnée est contrebalancée par les tendances à la variation des tensions des autres espèces. Des liaisons nouvelles apparaissent pendant l'accomplissement d'une transformation, soit sous forme de puissances motrices, soit sous forme de résistances passives. Quant aux caractères de la transformation, ils sont déterminés, à chaque instant, par la tendance à la vitesse maximum.

VII. — Conclusion.

Il serait indispensable d'entrer davantage dans le détail des applications de ces principes généraux pour en saisir la portée et pour connaître les auxiliaires indispensables à l'organisation mathématique de notre représentation objective des phénomènes naturels. Mais le but de ce travail est plus limité. On a critiqué, comme étant excessive, l'extension, faite par M. Duhem, des procédés de traduction mathématique de la Mécanique rationnelle, dans ses admirables études sur l'évolution de la Mécanique[1] ; on n'y a même vu parfois qu'un pur formalisme. Cette critique ne se justifie nullement : l'Énergétique n'imite pas la Mécanique, mais substitue aux principes adaptés à une catégorie de phénomènes des principes adaptés à plusieurs catégories de phénomènes et embrassant les premiers. Comme tout problème achevé, la mise en équation des phénomènes mécaniques projette les plus vives lumières sur les autres problèmes de la philosophie naturelle. En ce sens, l'œuvre de M. Mach, surtout dans la Mécanique, est éminemment suggestive.

Ce qui donne une valeur exceptionnelle aux principes de la Mécanique basée sur le concept *travail*, c'est le fait, dominant la Physique actuelle, qu'entre toutes les catégories de phénomènes, il y a *corrélation* et *équivalence*. Grâce à ces propriétés générales, on peut, en effet, établir pour tous les concepts physiques une correspondance numérique, en substituant aux changements effectifs des changements équivalents et en choisissant pour ces derniers les changements consistant en une production de travail. Par ce choix, on trouve dans le principe des travaux virtuels, une base à l'organisation mathématique de notre représentation des phénomènes naturels ; il suffit d'introduire dans l'expression de ce principe les termes équivalents aux modifications appartenant aux diverses catégories des phénomènes physiques. L'étude des propriétés des relations ainsi obtenues conduit alors aux fonctions caractéristiques de la Thermodynamique générale. C'est la voie qui a été historiquement suivie et que l'on conserve d'ordinaire dans les exposés classiques de l'Énergétique. Mais, afin de bien marquer le caractère général des notions et principes de cette discipline et aussi d'en faciliter l'intuition physique, il serait nécessaire de suivre un procédé d'exposition plus systématique et d'exprimer ces notions et ces principes d'une manière plus appropriée à un point de vue d'ensemble. C'est ce que j'ai essayé de faire dans ce travail, en me basant principalement sur l'exemple donné par la catégorie des phénomènes thermiques.

Georges Hostelet,
Docteur ès sciences.

[1] Mawwell : *Traité de l'Electricité et du Magnétisme*, t. I, p. 464 et 478.
[2] G. Hostelet : *Zeitschrift für Electrochem.*, 1905.

[1] Voyez la *Revue générale des Sciences* des 30 janvier, 15 et 28 février, 15 et 30 mars et 15 et 30 avril 1903.

LES CAUSES ET LE MÉCANISME DE L'ALTÉRATION DE L'AIR CONFINÉ

Lorsque l'air atmosphérique est enfermé dans une enceinte où il est soumis à des causes quelconques d'altération, on lui donne le nom d'*air confiné*.

Parmi les nombreuses causes d'altération de l'air confiné, il en est qui sont parfaitement connues; telle est, par exemple, la présence de gaz étrangers à l'atmosphère : gaz carbonique et grisou des grottes, des galeries de mines, des puits; gaz sulfhydrique des fosses d'aisances; oxyde de carbone des divers foyers à combustion; telle est encore la diminution de la quantité d'oxygène, sous des influences diverses.

Par contre, on ne sait encore que fort peu de chose sur d'autres causes d'altération, très importantes par les accidents qu'elles produisent. C'est le cas, par exemple, de la respiration pulmonaire et de la sécrétion cutanée, qui provoquent, au bout d'un certain temps, sans qu'on sache encore bien pourquoi, des effets physiologiques fâcheux sur les individus qui vivent dans un air confiné. L'expérience montre aussi que la ventilation, même très active, est insuffisante pour faire disparaître les odeurs désagréables qu'a fait naître la viciation de l'air et, là encore, l'explication fait complètement défaut.

Les diverses substances capables de produire dans ces conditions l'altération de l'air sont inconnues et ont reçu jusqu'ici le nom de *miasmes*, qui ne donne aucune idée de leur nature et de leurs propriétés. Divers savants ont bien cherché à les déterminer, mais aucun d'eux n'a jamais pu trouver un gaz nouveau dans les produits de la respiration. Pourtant MM. Brown-Séquard et d'Arsonval avaient cru remarquer, dans l'air confiné, la présence de principes alcaloïdiques toxiques. En injectant à des lapins 12 à 30 centimètres cubes de vapeur d'eau condensée venant des poumons, ils avaient obtenu une mort rapide de ces animaux. Mais MM. Dastre et Loye, Offmann, Wellenhof, Russeau-Giliberti, G. Alessi, Lehmann et Jessen, Ben, Bauer, Formanek, n'ont pu confirmer ces résultats.

Il est cependant certain que l'air déjà inspiré est désagréable et peut, même si l'on rétablit sa teneur normale en oxygène et si on le débarrasse de son acide carbonique, provoquer des malaises assez sérieux, tels que : sensation de pesanteur, serrement de tête, diminution de la capacité d'attention, somnolence, oppression, tendance au vertige et à la nausée. La respiration modifie donc la composition chimique de l'air.

Un savant allemand, le Professeur Flugge[1], de Breslau, a donné dernièrement pour unique cause de l'altération de l'air confiné, l'élévation de la température et de l'humidité, en considérant que la pollution chimique n'existe pas. Parmi les expériences les plus curieuses qu'il donne à l'appui de cette doctrine, je citerai les suivantes, exécutées par Ercklentz et Paul à l'Institut d'Hygiène de Breslau :

On place divers sujets en observation dans une cage de verre de 3 mètres cubes. Dès que la température et l'humidité augmentent dans la cage, les sujets éprouvent des malaises.

Si le sujet respire l'air confiné de la cage, mais le corps en dehors de celle-ci, tout accident disparaît, pour se reproduire si l'on augmente la température et l'humidité extérieures.

Si le sujet, le corps placé dans la cage contenant de l'air confiné, respire de l'air extérieur pur, il éprouve les mêmes malaises que s'il inhalait l'air confiné de la cage, à la condition que la température et l'humidité de l'air pur soient les mêmes qu'à l'intérieur de la cage.

Il est certain que, sous diverses latitudes, on rencontre fréquemment associées une température et une humidité semblables à celles que Flügge considère comme susceptibles de provoquer des indispositions, et pourtant il n'en résulte aucun inconvénient. Par suite, la vapeur d'eau et la température n'interviennent pas seules dans le phénomène de la viciation de l'air confiné, et l'hypothèse de Flügge est pour le moins incomplète. Je montrerai, d'ailleurs, tout à l'heure comment on peut expliquer, d'une façon rationnelle, quelques-uns des résultats du savant allemand. Il convient toutefois de remarquer que ses expériences ne sont appuyées que sur les impressions ressenties par ses sujets, impressions qui peuvent être très variables suivant leur état nerveux.

En définitive, pour avoir aujourd'hui une notion du degré de pollution d'une atmosphère confinée, on se contente de doser la proportion d'acide carbonique qu'elle renferme, car celle-ci est sensiblement proportionnelle à la quantité des matières excrétées de nature inconnue. Mais, dans le cas où, pour une raison quelconque, il existe une production d'acide carbonique étrangère à la respiration, telle qu'un foyer, ou bien des appareils d'éclairage

[1] C. Flugge : *Zeitschr. f. Hyg. und Infektionskrankh.*, t. XLIX, 1905.

par le gaz ou le pétrole, la proportion d'anhydride carbonique que renferme l'air ne peut plus donner aucune idée de l'état d'altération de l'air. On sait, en effet, que, dans une enceinte où il existe une quantité d'acide carbonique relativement très grande, de 1 à 5 millièmes par exemple, sans aucun autre gaz étranger, les conditions de fonctionnement de l'appareil respiratoire restent normales et l'on n'éprouve aucun des malaises ordinaires de l'air confiné. L'acide carbonique par lui-même est donc incapable de vicier l'air[1] et l'on n'en peut tenir compte dans l'appréciation de l'altération subie par cet air qu'autant qu'il n'émane que du seul phénomène respiratoire.

On voit, d'après ce qui précède, que la viciation d'une atmosphère par la respiration est une question encore bien vague. Pour quelles causes et par quel mécanisme l'air d'une enceinte s'altère-t-il?

D'un long travail exécuté à l'Observatoire de Montsouris et que j'ai publié antérieurement[2], ainsi que de quelques recherches récentes, je puis extraire les éléments nécessaires à la solution de ce problème.

I

On sait que l'air exhalé par les poumons contient de l'oxygène, de l'azote et de l'acide carbonique, ces gaz étant lès seuls que, malgré les recherches les plus délicates, on ait pu mettre en évidence; mais on y rencontre encore en abondance de la vapeur d'eau. Or, si l'on condense cette vapeur, on obtient un liquide incolore, d'une odeur légère, fade, et qui présente une réaction chimique neutre. Distillé en présence d'une base, il dégage un gaz à forte odeur ammoniacale, très alcalin et très soluble dans l'eau. Chauffé, au contraire, avec un acide fixe tel que l'acide sulfurique étendu, il laisse passer à la distillation des produits acides doués de propriétés chimiques très réductrices telles que : réduction du nitrate d'argent à l'ébullition et de l'acide chromique à froid en solution sulfurique. Il suit de là que l'eau de condensation qui provient des poumons contient un ou plusieurs sels dont l'acide et la base sont volatils.

Si, maintenant, on laisse dessécher à la température et à la pression ordinaires, au-dessus de l'acide sulfurique, un certain volume d'eau condensée à la sortie de l'appareil respiratoire, on obtient un résidu correspondant environ à 450 milligrammes par litre d'eau. Il est possible qu'à la température ordinaire quelques substances aient déjà disparu par suite de leur grande volatilité, mais, dans la circonstance, il est impossible d'en tenir compte.

Le résidu restant, examiné au microscope, présente un aspect qui paraît entièrement cristallin. Chauffé à 36° pendant vingt-quatre heures, il perd 21 °/₀ de son poids; si on le maintient pendant le même temps à 80°, il perd 54 °/₀ de son poids initial. Après chauffage à 80°, si on le regarde à nouveau au microscope, son apparence est encore cristalline, mais on constate que certains cristaux ont disparu en laissant toutefois leur empreinte. Si, à ce moment, on porte le résidu sur la flamme du gaz, il reste cristallin, mais brunit très légèrement et seulement par places, ce qui prouve que les matières organiques non volatiles ne s'y rencontrent qu'en très faible quantité. Le restant est donc d'origine minérale.

En effet, une partie est soluble dans l'eau et donne avec le nitrate d'argent un précipité blanc insoluble dans l'acide nitrique et soluble dans l'ammoniaque; cette portion contient donc des chlorures. La partie insoluble dans l'eau se dissout entièrement dans l'acide chlorhydrique et fournit avec l'oxalate d'ammonium, en solution acétique ou ammoniacale, un précipité blanc d'oxalate de calcium.

Ainsi, la vapeur d'eau exhalée par les poumons contient des matières solides, dont une moitié environ est formée de sels ammoniacaux volatils et l'autre de sels fixes dont l'origine est vraisemblablement due à un entraînement des liquides du larynx ou des fosses nasales. Quant aux sels ammoniacaux, bien que volatils en totalité seulement à une température supérieure à celle du corps, comme ils sont aisément entraînables par la vapeur d'eau, il n'y a rien de surprenant à les y rencontrer même à 37°. Ces composés rendent l'eau condensée très facilement putrescible, car ils forment une sorte de bouillon de culture où se développent divers microorganismes.

Dès que les produits de la respiration sont rejetés dans l'air, ils souillent cet air, puisque ce sont des *excreta*, et, comme ils jouissent de propriétés réductrices, alors qu'au contraire j'ai montré qu'un air pur est éminemment oxydant grâce à l'ozone qu'il renferme toujours, il y a lieu de penser que plus les substances expirées seront nombreuses, plus l'altération de l'air sera grande, et que, dans une salle donnée, la pollution de l'air confiné pourra croître indéfiniment. Or, ce dernier point est inexact.

J'ai établi, en effet[1], un principe absolument général, qui s'applique aussi bien à l'air extérieur qu'à l'air confiné, et d'après lequel un second phé-

[1] A condition de ne pas dépasser la proportion d'acide carbonique que contient l'air expiré, et qui est considérable puisqu'elle atteint plus de 4 °/₀.

[2] H. Henriet : Thèse, 1906.

[1] H. Henriet : *Loc. cit.*

nomène se superpose à celui de la viciation : c'est la condensation de la vapeur d'eau. Quand la vapeur d'eau se condense dans l'air, elle entraîne avec elle toutes les substances solubles contenues dans cet air et les dépose en même temps que les gouttelettes liquides; les gaz insolubles, au contraire, se dispersent dans toute la masse gazeuse.

En ce qui concerne l'air confiné, on voit, d'après cela, que les substances exhalées par les poumons sont susceptibles de condensation, puisqu'elles sont très solubles dans l'eau, tandis que l'acide carbonique ne l'est pour ainsi dire pas. Donc, si les conditions sont telles que, dans une enceinte, la condensation se produise, dès qu'elle aura commencé, la pollution restera sensiblement la même, puisque chaque addition de substances étrangères sera suivie de la condensation d'une quantité égale de ces mêmes substances. Par contre, la proportion d'anhydride carbonique pourra croître indéfiniment, mais ne donnera plus alors d'indication précise sur le degré de pollution de l'air analysé.

Examinons maintenant comment se produit la condensation dans une atmosphère confinée.

Si la température de la salle est basse : 15° par exemple, la tension maxima de la vapeur d'eau à cette température étant voisine de 13 millimètres de mercure, on conçoit qu'il ne faudra pas beaucoup de vapeur pour saturer l'air, et si cette vapeur est fournie par la respiration, la quantité de substances expirées sera faible. La température restant constante, si la quantité de vapeur d'eau augmente, il y aura condensation, et les parois de l'enceinte se recouvriront de gouttelettes tenant en dissolution les produits de la respiration. La pollution de l'air n'augmentera plus à partir de ce moment et restera faible. Seules augmenteront les gouttelettes liquides déposées et la proportion d'anhydride carbonique expiré.

Si la température est plus élevée : 26° par exemple, la tension maxima de la vapeur d'eau étant égale pour cette température à 25 millimètres de mercure, soit presque le double de ce qu'elle était précédemment, il faudra, pour saturer l'air, une quantité de vapeur double, et la condensation qui fixe la limite de pollution ne se produira que lorsque l'altération de l'air sera le double de ce qu'elle était à 15°. Ainsi, plus la température est élevée, plus, dans une atmosphère confinée, la viciation de l'air augmente. Et cette augmentation n'est pas proportionnelle au temps, mais se produit d'autant plus vite que la température est plus haute, car les sécrétions de la peau deviennent alors beaucoup plus abondantes.

L'explication de quelques-unes des expériences rapportées par Flügge devient alors très simple, et il est de toute évidence que, lorsque, dans la cage de verre où étaient enfermés les sujets, la température et l'humidité augmentaient, les malaises devaient se produire puisque la pollution de l'air de la cage augmentait avec la température.

En faisant respirer à un homme l'air souillé de la cage, en ayant soin de maintenir son corps dans l'air extérieur, Flügge devait nécessairement retarder l'apparition des symptômes alarmants, car l'inspiration des substances exhalées par les poumons produit un état fébrile qui, élevant la température du corps, tend à augmenter les malaises éprouvés; mais, si le corps est placé dans l'air frais, l'évaporation cutanée se produit aisément et s'oppose à l'état fébrile.

Quant à l'expérience d'après laquelle le sujet placé dans la cage et respirant de l'air frais éprouve les mêmes symptômes que s'il était tout entier plongé dans l'air confiné, elle paraît peu vraisemblable. C'est qu'en effet elle se rapproche un peu du cas du scaphandrier, qui, dans des conditions particulièrement défavorables, peut encore exécuter des travaux fort pénibles.

II

Lorsque la durée de séjour dans une atmosphère confinée a été assez longue pour qu'il se produise des condensations, celles-ci, comme je l'ai dit, déposent sur les parois de l'enceinte des gouttelettes chargées des matières qu'elles ont dissoutes. Un hygromètre placé à ce moment dans la salle ne marquera vraisemblablement jamais 100, car il se trouvera toujours une ou plusieurs parois, et particulièrement les vitres des fenêtres, qui seront à une température inférieure à celle de l'air ambiant, ce qui occasionnera, en vertu du « principe de la paroi froide », une condensation sur ces parois, bien que le milieu de la salle ne soit pas complètement saturé de vapeur d'eau.

Les gouttelettes liquides se déposeront aussi sur les papiers, les tentures et les vêtements des personnes présentes. Ces divers supports conserveront alors les substances dissoutes pendant un temps qui peut être très long et deviendront de véritables bouillons de culture pour de nombreux microorganismes. Qu'on vienne, après que la condensation s'est produite, à aérer complètement la pièce, de façon à rendre à l'atmosphère intérieure sa teneur normale en acide carbonique, on n'en constatera pas moins l'odeur désagréable due aux produits expirés. Ce phénomène est très fréquent, et nombre de personnes ont été à même de l'observer : les chambres de malades, les salles d'école, d'hôpitaux, de réunion, etc., gardent fort longtemps une odeur indéfinissable, dont il est très difficile de se débarrasser. M. Albert-Lévy, directeur à l'Obser-

vatoire de Montsouris, qui étudie l'air du Métropolitain de Paris depuis son origine, a constaté que le matin, à la reprise du travail, et bien que pendant la nuit la ventilation soit assez active pour que l'air de l'intérieur des tunnels ait repris une composition identique à celle de l'extérieur, il règne sous les voûtes une odeur semblable à celle que possèdent les voitures et les stations pendant la journée.

Cela est très aisément explicable. Tout d'abord, comme c'est généralement le cas, si l'air que l'on envoie dans une enceinte pour remplacer celui qui est vicié se trouve à une température inférieure à celle de ce dernier, l'eau condensée reste liquide. Elle commencera à s'évaporer lentement si l'air pur envoyé est relativement sec, et l'évaporation se poursuivra jusqu'à ce que l'air soit saturé de vapeur à la température considérée : d'où dégagement lent d'odeurs. Il faut remarquer, cependant, que les choses ne se passent ainsi que dans le cas où la surface condensante est imperméable et si les gouttelettes n'ont pas gardé l'état sphéroïdal.

Dans les tentures et les vêtements, il en est tout autrement. M. Langevin a établi une théorie que j'ai rapportée tout au long ailleurs[1], grâce à laquelle il démontre qu'il peut exister des gouttelettes liquides d'un diamètre égal à 1/100.000 de millimètre, en équilibre avec la vapeur d'eau saturante et même non saturante. Une fois formées, ces gouttelettes ne peuvent disparaître que si on les soumet à une surchauffe suffisante, une certaine compression de l'air ne permettant pas de les évaporer. Or, dans les étoffes, tentures ou vêtements, ces gouttelettes garderont facilement l'état sphéroïdal puisqu'elles ne mouillent pas aisément les fibres et pourront pénétrer dans toute l'épaisseur du tissu en raison de leur petitesse. Les tissus se mettant très difficilement en équilibre hygrométrique avec l'extérieur et conservant pour ainsi dire une atmosphère qui leur est propre, dès qu'ils sont imprégnés de gouttelettes, celles-ci persistent et, avec elles, les substances qu'elles ont dissoutes. C'est par suite de ce phénomène que les vêtements, même extérieurs, peuvent transporter des produits odorants, en quantité infime, à des distances considérables. L'odeur particulière des couvertures militaires, dont le Dr Ligouzat[2] a fait récemment une si intéressante étude, n'a pas d'autre origine.

Ces phénomènes de condensation présentent des inconvénients graves, en ce sens qu'ils rendent les corps qui sont pénétrés par l'eau condensée très aptes à entretenir des cultures microbiennes. Pour les vêtements, en particulier, il serait désirable qu'ils puissent tous être lavés, même ceux qui sont le moins en contact avec la peau.

Dans l'intérieur des locaux, le mieux serait d'éviter la production de la condensation et, pour cela, il conviendrait de maintenir une aération constante. La Chambre des Députés à Paris, par exemple, où des ventilateurs puissants renouvellent constamment l'air pendant les séances, ne possède aucune odeur particulière et cela parce qu'aucune condensation ne s'y produit. Dans les appartements, il suffirait de maintenir toutes portes intérieures ouvertes et une simple fente de fenêtre de 3 à 4 centimètres de largeur pour produire une ventilation continue, grâce au peu d'étanchéité des portes et fenêtres extérieures. Pour ces raisons, l'emploi des bourrelets l'hiver doit être rigoureusement proscrit.

La ventilation est surtout nécessaire la nuit, dans les chambres à coucher, et le maintien d'une fenêtre entr'ouverte par tous les temps est une précaution essentielle et généralement suffisante pour éviter toute odeur et pour conserver à l'air une composition voisine de celle de l'atmosphère extérieure. Cette précaution ne peut jamais présenter d'inconvénients, quoiqu'en pensent certaines personnes ; elle est d'ailleurs la seule qui permette de faire disparaître, d'une façon radicale, les causes d'intoxication par des gaz délétères, comme l'oxyde de carbone, qui fait encore, les nuits d'hiver, de trop nombreuses victimes.

III

De tout ce qui précède, il résulte que, pour apprécier, dans une atmosphère confinée, la marche de la viciation de l'air, l'acide carbonique est insuffisant : d'abord, parce que ce gaz peut augmenter indéfiniment tandis que la pollution respiratoire ne peut pas dépasser un maximum ; ensuite, parce qu'après ventilation, sa proportion peut être très faible, bien qu'il existe encore sur les parois des condensations intenses ; enfin, parce que l'acide carbonique peut, dans une même enceinte, avoir plusieurs origines.

En revanche, on a vu que l'état hygrométrique de l'air augmente dans un air confiné, jusqu'au moment où se produit la condensation en un point quelconque. Si donc on dispose un hygromètre enregistreur dans une enceinte, on verra les ordonnées de la courbe aller d'abord en croissant, puis rester constantes, la courbe formant alors un plateau. Et c'est à partir du moment où la courbe fait plateau qu'on peut considérer comme atteinte la limite de pollution maxima.

En examinant les nombreuses courbes hygrométriques obtenues par M. Albert-Lévy dans les tunnels du Métropolitain, on remarque que, dans ceux qui sont le moins bien ventilés, où la tempé-

[1] H. Henriet : *Loc. cit.*
[2] Dr Ligouzat : *Revue d'Hygiène*, mars 1907.

rature est constante et varie à peine d'un degré dans les vingt-quatre heures, l'état hygrométrique de l'air est minimum le matin vers 5 heures à la reprise du travail et voisin de 60; puis il augmente, et vers midi atteint sa valeur maxima, à peu près égale à 80, laquelle se maintient sensiblement constante jusqu'à minuit. L'écart journalier entre le maximum et le minimum est de 15 à 20 degrés hygrométriques. A partir de minuit, où tout mouvement cesse, l'humidité s'abaisse jusqu'au matin, à cause de la ventilation nocturne, et ainsi de suite. On peut donc dire que c'est vers midi que la pollution atteint son maximum dans le tunnel, et, si l'humidité ne dépasse guère 80, cela tient à ce que certaines parois, plus froides que l'air lui-même, provoquent la condensation.

Seulement, comme je l'ai déjà montré, à un degré hygrométrique élevé ne correspond pas nécessairement une pollution élevée, puisque c'est la température qui détermine la proportion de vapeur pouvant exister dans une atmosphère donnée; on peut donc dire, ainsi que Flügge, et bien que ce savant soit parti d'un principe erroné, qu'à une température et une humidité élevées correspondront des malaises, et j'ajoute, contrairement à Flügge, que ceux-ci seront dus à une viciation intense de l'air.

Il reste à déterminer expérimentalement quelle est la température minima qui, jointe à l'état hygrométrique maximum qu'on peut atteindre en pratique par le fait de la respiration, commence à produire des malaises. J'appellerai ce nouveau facteur : *température critique d'air confiné.*

On conçoit qu'à cette température et à toutes celles qui lui seront inférieures, pour tout état hygrométrique plus faible que le maximum, il n'y aura jamais de malaises, et l'atmosphère sera d'autant plus pure que l'état hygrométrique sera plus faible.

La température critique d'air confiné, bien qu'encore indéterminée, paraît cependant devoir être assez élevée : 25° environ; aussi sera-t-il facile, sous nos climats, de ne jamais la dépasser. Il suffira donc, pour maintenir dans de bonnes conditions d'aération l'atmosphère d'une enceinte, de veiller à ce que : d'une part, la température critique d'air confiné ne soit jamais dépassée et, d'autre part, à ce que l'état hygrométrique soit aussi faible que possible.

Il faut cependant remarquer que l'air extérieur contient une proportion de vapeur d'eau correspondant en moyenne à un état hygrométrique de 65; mais, comme les maxima dépassent parfois 95 et que les minima s'abaissent jusqu'à 20, on voit que l'homme peut vivre aisément dans un air relativement sec. Il n'y aura donc aucun inconvénient à abaisser le plus possible la tension de la vapeur d'eau dans un air confiné.

Les inspecteurs du travail, ainsi que les chefs d'industrie, en plaçant dans les ateliers un thermomètre et un hygromètre enregistreurs, pourront suivre avec la plus grande facilité, l'état de salubrité de l'air. Il leur suffira, en effet, de régler la ventilation ou la réfrigération, de telle sorte que la température critique d'air confiné ne soit jamais atteinte et que l'état hygrométrique de l'air ne dépasse pas une certaine valeur, qui devra être d'autant plus faible que la température sera plus élevée.

L'observation de ces règles assurera à peu de frais et grâce à une surveillance constante, puisqu'elle pourra être exercée par tous les intéressés, l'entretien d'une atmosphère aussi pure que possible et dont l'influence ne sera jamais nuisible à la santé des travailleurs.

H. Henriet.

Docteur ès sciences.

LE Xe CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL AU MEXIQUE

Le Xe Congrès géologique international s'est tenu au Mexique dans le cours de l'été dernier.

Pour la seconde fois depuis la création de ces Congrès, les géologues et les minéralogistes du monde entier ont quitté l'Ancien continent pour se rendre dans le Nouveau, où les avait déjà attirés en 1891 l'invitation de leurs confrères des Etats-Unis. Ils n'ont pas eu à regretter leur longue équipée.

Depuis l'Exposition de 1878, où, d'après une inspiration venue des Etats-Unis, mais grâce à l'initiative des géologues et minéralogistes français, a été tenu à Paris le premier Congrès géologique international, l'institution n'a cessé de grandir et de rendre les plus grands services.

Fondés pour faciliter entre les géologues et pétrographes du monde entier un accord indispensable à divers titres, tout spécialement au point de vue de l'établissement d'une carte géologique de l'Europe, les Congrès géologiques de Paris, Bologne, Berlin, Londres, Washington, Zurich, Saint-Pétersbourg, Paris, Vienne, ont vu cet accord s'établir petit à petit de façon satisfaisante.

La carte géologique de l'Europe, dont la publication matérielle a été confiée à l'Allemagne, est actuellement en voie d'achèvement, grâce au concours empressé des différents Services géologiques d'Europe. Et cette publication, d'une importance capitale, est déjà par elle seule une preuve indéniable de l'utilité de ces Congrès géologiques internationaux.

Ce n'est point la seule, et il serait vraiment trop long de donner ici l'énumération des rapports si importants dus aux Commissions de spécialistes constituées dans ces Congrès, ainsi que celle des innombrables publications géologiques et pétrographiques dues à l'activité des dix Congrès géologiques internationaux qui se sont succédé depuis 1878. Mais il convient de signaler à part une des œuvres les plus fécondes de ces Congrès.

La Géologie et la Minéralogie, si elles sont à un point de vue des sciences de cabinet, sont surtout et avant tout des sciences de plein air. C'est sur le terrain, en face des faits, que se posent les problèmes, que se forment les convictions. C'est devant eux que doivent se développer les discussions.

Les organisateurs des Congrès géologiques ont mis cette vérité en action. Ils ont profité de la réunion, en un seul point du monde, de savants accourus des quatre points cardinaux pour les mettre à même d'examiner sur le terrain les points les plus intéressants de la géologie du pays où se réunissait le Congrès. Ils ont donné à ces Congrès des durées de plusieurs mois, qui leur ont permis d'organiser de véritables voyages géologiques où, sous la direction des spécialistes nationaux les plus qualifiés, les géologues étrangers ont été mis en présence des problèmes les plus susceptibles de les intéresser.

Et petit à petit, d'un Congrès à un autre, ces voyages ont pris une importance de plus en plus grande. Faut-il rappeler ici les magnifiques voyages du Congrès de Russie en 1897, qui ont permis à un grand nombre de géologues de visiter les parties les plus diverses et les plus éloignées de ce vaste empire : la Finlande, les Provinces baltiques, l'Oural, le Donetz, la Transcaucasie, la Crimée et même une partie de l'Arménie russe ?

Trois ans plus tard, pendant l'Exposition de 1900, la France avait à son tour l'honneur de recevoir à Paris, pour la deuxième fois, le Congrès géologique international. Et, du 3 août au 2 octobre 1900, 35 excursions géologiques, admirablement organisées et dirigées par les spécialistes les plus autorisés de notre pays, permirent aux savants étrangers d'étudier les régions les plus intéressantes de notre territoire.

A leur tour, les géologues autrichiens organisèrent en 1903, pendant le Congrès de Vienne, 14 voyages géologiques (comprenant de nombreuses subdivisions) à travers le Tyrol, la Bohème, la Transylvanie, la Hongrie, la Bosnie, l'Herzégovine, la Dalmatie, qui ont laissé le meilleur souvenir à tous ceux qui eurent la satisfaction d'y assister.

Le développement méthodique de ces voyages géologiques a permis ainsi aux divers géologues ou minéralogistes du monde entier de visiter presque toute l'Europe, au cours des huit Congrès qui s'y sont succédé ! Le Congrès de Washington leur avait donné, en 1901, un avant-goût de l'Amérique du Nord, grâce à la grande excursion du Yellowstone Park et des Montagnes-Rocheuses. Ils viennent de compléter leurs connaissances grâce au Congrès de Mexico, qui fut, à ce point de vue, comme à bien d'autres, digne de ses prédécesseurs.

I

Le dixième Congrès géologique international a eu une durée de près de deux mois.

Une série de voyages, du 20 août au 4 septembre, en a constitué le début. Puis vint le Congrès proprement dit, qui s'est tenu à Mexico du 6 au 14 septembre. De nouveaux voyages l'ont complété du 15 septembre au 13 octobre.

L'éclat du Congrès a été très vif, aussi bien à Mexico que dans les divers États de la Fédération mexicaine.

Près de 300 congressistes se sont trouvés réunis à Mexico au moment de la session. Une bonne centaine de ces congressistes avait été fournie par le Mexique même. Puis venait une soixantaine d'Américains du Nord, venus du Canada ou des États-Unis. Parmi eux se trouvaient les géologues les plus réputés des Universités ou des *Geological Surveys* de ces deux pays. L'Amérique centrale était représentée par des délégués du Guatemala, du Honduras et du Venezuela ; Cuba avait aussi quelques représentants.

L'Europe avait fourni, de son côté, près d'une centaine de congressistes, chiffre relativement élevé, si l'on tient compte de l'éloignement : la durée de la traversée d'Europe au Mexique est, en effet, de près de trois semaines.

Comme toujours, les savants allemands étaient en majorité parmi ces Européens ; puis venaient, en nombre presque égal, les Anglais, les Autrichiens et les Français. Mais, dans la dizaine de Français représentant notre pays et parmi lesquels il faut citer, en toute première ligne, notre confrère en géologie, M. le général de division de Lamothe, j'avais le regret d'être le seul professeur d'Université française.

La Belgique, la Bohème, l'Espagne, la Hongrie, l'Italie, la Norvège, la Roumanie, la Russie, la Suède et enfin l'Australie, la Chine, le Japon et les

Iles Philippines avaient également quelques représentants.

II

L'ouverture du Congrès eut lieu le jeudi 6 septembre 1907 dans le *Salon de Actos* de la *Mineria*, autrement dit dans la grande salle de l'Ecole des Mines de Mexico, une des plus anciennes écoles des Mines du monde, qui fit, il y a plus de cent ans, l'admiration d'Alexandre de Humboldt. Pour la première fois depuis l'institution des Congrès géologiques, la séance fut présidée par le Chef de l'Etat, le général Porfirio Diaz, président de la République Mexicaine, haut protecteur du Congrès, entouré du corps diplomatique et de tous les ministres, parmi lesquels il convient tout spécialement de signaler le Président d'honneur du Congrès, M. Aldasoro, sous-secrétaire d'Etat, chargé du Ministère de Fomento, Colonizacion e Industria, dont relevait le Congrès.

Et cette marque de haute bienveillance donnée au Congrès par le Président de la République fut loin d'être la seule. Elle n'a été, au contraire, que la manifestation officielle de l'intérêt très vif que le Gouvernement mexicain, sous l'impulsion personnelle de son chef, n'a cessé de prendre à l'organisation de ce Congrès. Appui financier et appui administratif lui ont été prodigués par le Gouvernement fédéral et tout le personnel administratif des différents États.

Après les discours officiels, M. Tietze, directeur du Service géologique d'Autriche, et M. Diener, professeur de Géologie à l'Université de Vienne, ancien président et ancien secrétaire général du IXe Congrès géologique international, ont, conformément à l'usage, remis leurs pouvoirs entre les mains de l'Assemblée, en même temps qu'ils lui proposaient comme successeurs M. Aguilera, directeur du Service géologique du Mexique, et M. Ordoñez, sous-directeur du même service. Cette proposition fut ratifiée à l'unanimité par l'Assemblée, qui couvrit également de ses applaudissements les discours du nouveau Président et du nouveau Secrétaire général, heureux de les remercier du dévouement qu'ils n'avaient cessé de prodiguer depuis trois ans à la préparation du Xe Congrès géologique international.

Conformément à la tradition des Congrès géologiques internationaux, tous ces discours furent faits en français. La même langue fut d'ailleurs employée dans tous les actes officiels et dans toutes les publications du Congrès.

Les autres séances se tinrent dans l'*Instituto geologico Nacional*, magnifique établissement inauguré à l'occasion du Congrès et que le Gouvernement mexicain a affecté au Service géologique fédéral.

Établi avec luxe et en même temps avec beaucoup de sens pratique, ce bel établissement, situé dans le quartier de Santa Maria, comprend, au rez-de-chaussée, des salles de collections et, au premier étage, la bibliothèque ainsi que les différents laboratoires ou ateliers, placés chacun sous la direction d'un chef de service. De vastes terrains ont été réservés en vue des agrandissements futurs.

Deux grandes salles de conférences, pourvues de lanternes à projections électriques, avaient été mises dans l'Instituto geologico Nacional à la disposition des congressistes, et, dans le grand Hall central servant de vestibule, se trouvaient installés les bureaux de l'Administration du Congrès, ainsi qu'un bureau de poste et un bureau télégraphique en relation avec les câbles, organisés spécialement pour le Congrès.

III

Les séances du Congrès furent intéressantes et suivies par un grand nombre de membres. Selon l'usage, un programme détaillé des différentes séances avait été remis à chaque congressiste, et les comptes rendus imprimés des séances leur furent distribués chaque jour. Cette organisation n'a cessé de fonctionner avec le plus grand ordre, au grand profit de la bonne marche du Congrès. Mais, grâce à une innovation intéressante, un certain nombre de communications des congressistes furent l'objet d'une publication immédiate et intégrale sous la forme de brochures séparées qui purent être remises aux congressistes avant la clôture du Congrès.

Ce tour de force d'impression scientifique, exécuté en si peu de temps et en langue étrangère, mérite vraiment d'être signalé.

Je citerai spécialement parmi les communications qui nous furent distribuées :

Ueber Krystallisationschieferung und Piezokrystallisation, par M. Becke.
Aperçu sur la géologie du Mexique, par M. Aguilera.
Le climat de l'Afrique du Nord pendant le Pliocène supérieur et le Pleistocène, par le général de Lamothe.
Les volcans du Mexique dans leurs rapports avec le relief et la tectonique du pays, par M. Aguilera.
Sobre los fenomenos de las Pegas, par M. Salvador Calderon.
Some notes on the metamorphic rocks near the granite of Galway (Connaught), par M. Richard John Anderson.
La Sierra Madre occidentale de l'Etat de Chihuahua, par M. Edmund Otis Havey.
Climatic variations, their extent and causes, par M. Gregory.
Les œufs d'insectes des lacs de Chalco et Texcoco, des environs de Mexico, et la formation des oolithes, par M. L. Cayeux.
A brief statement of the results accomplished by the

Mexican petroleum Company at Ebano, San Luis de Potosi, Mexico, par M. Doheng.
La Basi dei vulcani vulture ed Etna, par M. de Lorenzo.
The Drift of Galway, par M. Anderson.
Ueber Aviculiden von palaeozoischem Habitus aus der Trias von Zacatecas, par M. Fritz Frech.
Efemerides del Volcan de Colima, par M. Presbitero Severo Diaz.
Carte géologique de l'Amérique du Nord, par M. Bailey Willis.
Climats des temps géologiques, leurs développements et leurs causes, par M. Marsden Manson.
Interglacials periods in Canada, par M. Coleman.
On the paleontological work of the Swedish antarctic Expedition, par M. G. Anderson.

Pour éviter l'éparpillement des idées, le Comité d'organisation du Congrès, suivant en cela l'exemple du Comité d'organisation du Congrès de Vienne, avait décidé de mettre à l'ordre du jour du Congrès quatre sujets principaux :

Les conditions du climat aux époques géologiques;

La genèse des gisements métallifères;

Les rapports entre la tectonique et les masses éruptives;

La classification et la nomenclature des roches.

Ce programme s'est trouvé trop vaste pour le temps dont disposait le Congrès et les discussions ne purent avoir lieu que sur les deux premiers sujets. Mais les mémoires relatifs aux deux derniers furent déposés et paraîtront dans les comptes rendus *in extenso* du Congrès.

En dehors des communications proprement dites où la discussion était admise, des conférences avec projections, mais non accompagnées de discussion, eurent lieu pendant le Congrès.

L'une des plus intéressantes fut celle de M. Lawson, professeur de Géologie à l'Université de Berkeley (Californie), sur le tremblement de terre de San Francisco, en avril 1906. Cette conférence renfermait l'exposé des principaux résultats, encore inédits, réunis par la Commission d'enquête à laquelle appartient M. Lawson, Commission nommée à la suite de ce redoutable séisme, dont il me fut possible, après la clôture du Congrès, d'aller examiner, à San Francisco même, les terrifiants résultats.

Parmi les autres conférences, je citerai encore celle de M. Sabatini sur la dernière éruption du Vésuve, celle de M. Anderson, lue par M. Sjögren, sur les résultats de l'Expédition antarctique suédoise, et celle de M. Adams, de Montréal, sur la carte géologique générale de l'Amérique du Nord.

Cette œuvre considérable, vivement attendue par les géologues du monde entier, et destinée à être le pendant de la carte géologique d'Europe due à l'initiative des Congrès géologiques internationaux, a vu le jour précisément au Congrès de Mexico.

La publication de cette carte est l'œuvre collective des trois services géologiques du Canada, des Etats-Unis et du Mexique; elle fut réalisée grâce à un Comité constitué par la *Geological Society of America* et composé de MM. Russell, président; J. C. Aguilera, Bailey Willis, Adams, C. W. Hayes.

Cette carte est à l'échelle de 1/5.000.000 et mesure 2 mètres sur 1^m,50; elle est accompagnée de deux courtes notices explicatives par MM. Bailey Willis et Aguilera.

Le Service géologique des Etats-Unis a fourni les fonds nécessaires pour l'impression et la publication de cette carte, et la nomenclature adoptée fut celle du Service géologique des Etats-Unis. Elle n'engage en aucune façon les Services géologiques du Mexique et du Canada.

Le Mexique a participé aux dépenses par l'achat d'un certain nombre d'exemplaires, qui furent remis gracieusement aux congressistes, grâce à la bienveillance du Gouvernement mexicain.

La distribution de cette carte et de la notice de M. Aguilera, intitulée: « Aperçu sur la géologie du Mexique pour servir à l'explication de la carte géologique de l'Amérique du Nord », ainsi que celle de son autre brochure : « Les volcans du Mexique dans leurs relations avec le relief et la tectonique du pays », fut accueillie par les congressistes avec une très grande satisfaction, car ces œuvres leur furent très précieuses dans le cours de leurs diverses excursions.

Il est presque inutile d'ajouter que c'est avec la même satisfaction qu'ils reçurent également, à leur arrivée à Mexico, le guide du Xe Congrès géologique international.

Composé sur le modèle des guides des trois derniers congrès, il comprend en réalité trente et une brochures distinctes, accompagnées de figures et de cartes géologiques, adaptées aux différentes excursions ou sections d'excursions qui eurent lieu à l'occasion du Congrès. Et, comme ses prédécesseurs, il a le mérite de présenter une précieuse mise à jour de la majeure partie des connaissances géologiques du pays dont il s'occupe.

On voit, par l'exposé sommaire qui précède, et qui ne relate, bien entendu, qu'une partie de l'œuvre du Xe Congrès géologique international, que cette œuvre fut en tous points intéressante et que la réunion de Mexico mérite une place honorable à côté de ses devancières.

Qu'il me soit permis, en terminant cette première partie, de faire connaître également quelques décisions intéressantes du Congrès.

L'une d'elles fut relative au prix triennal Spendiaroff. Le prix pour 1906 fut accordé à M. Tschernyschew, le distingué président du Comité géologique russe, pour son travail : « Die obercarbonischen Brachiopoden des Ural und des Timan. »

Le thème proposé pour le prix à décerner par le futur Congrès est le suivant : « Description d'une faune en rapport avec son évolution géologique et sa distribution géographique ».

Enfin, le Congrès a décidé, sur l'invitation du Gouvernement suédois, transmise par M. Sjögren, de tenir sa XIe session à Stockholm. La date de la réunion est provisoirement fixée à 1909. Mais le Comité d'organisation suédois a la liberté de reculer la réunion en 1910, s'il le juge nécessaire.

IV

Il me reste maintenant à donner pour finir un compte-rendu sommaire des réceptions diverses auxquelles fut convié le Congrès pendant son séjour à Mexico, ainsi que des voyages ou excursions qui l'ont précédé, complété ou suivi.

Le fêtes furent nombreuses, trop nombreuses, peut-être !

Le 5 septembre, un dîner nous réunissait pour la première fois au restaurant de Chapultepec.

Le 6 septembre, une réception nouvelle avait lieu à l'Instituto geologico nacional.

Le 7 septembre, un banquet nous était offert par la ville de Mexico au Palacio municipal.

Le 8 septembre, un concert avait lieu à 6 heures du soir à l'Alaméda de Santa Maria, puis à 9 heures un bal commençait dans les salons du cercle (casino) du quartier de Santa Maria. Et, comme la colonie française de Mexico, qui occupe en cette ville une situation considérable, avait tenu à fêter également ses compatriotes, et que ce jour du 8 septembre était le seul à moitié disponible, en ce même jour, un grand dîner nous était offert à 7 heures du soir dans le beau Cercle français de Mexico, et un bal brillant, qui dura jusqu'à 5 heures du matin, compléta la réunion. Et les congressistes français ne purent concilier leurs devoirs de Français et de géologues qu'en oscillant en automobiles entre les deux salles de bal.

Puis, le lendemain 9 septembre, à 7 heures du matin, un train spécial nous emmenait à Guernavaca. L'excursion, organisée par la *Sociedad geologica mexicana*, fut en tous points admirable.

Les mots manquent pour décrire la splendeur du spectacle qu'offre du col de l'Ajusco (3.000 mètres) l'immense bassin de Mexico, si magnifiquement bordé d'innombrables volcans, parmi lesquels se détachent, couverts de leurs neiges perpétuelles, le Popocatepelt (5.420 mètres) et l'Ixtacihualt 5.110 mètres).

Et, de l'autre côté du col, la descente sur Guernavaca, pour être moins grandiose, n'en offre pas moins des points de vue admirables.

Inutile d'ajouter qu'un banquet nous attendait à Guernavaca. Présidé par le gouverneur de l'État de Morelos, il eut lieu en plein air sous la colonnade située au premier étage du palais de Fernand Cortez, devenu actuellement le Palais du gouverneur.

Le lendemain, 10 septembre, c'était au tour du sous-secrétaire d'État, chargé du Ministère de Fomento, Colonizacion e Industria, M. Aldasoro, président d'honneur du Congrès, de nous recevoir le soir au Ministère de Fomento.

Le 11 septembre avait lieu à quelques heures de Mexico l'excursion aux Pyramides de San Juan Teotihucan, offerte par le Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, comportant naturellement un banquet. Et, comme la journée n'était vraiment pas assez chargée, quelques-uns de nos plus aimables compatriotes avaient eu l'idée de la compléter, pour les Français, par une visite à une grande hacienda voisine, appartenant à une de nos compatriotes et consacrée en majeure partie à la culture du Maguey et à la fabrication du Pulque, la boisson nationale mexicaine.

La série des fêtes fut close, le lendemain 12 septembre, par une garden-party suivie d'un dîner et d'un concert au Palais de Chapultepec, résidence d'été du Président de la République, le général Porfirio Diaz. Et cette fête laissera aux congressistes un souvenir impérissable, tant à cause de l'éclat de la fête qu'en raison de la magnificence du site et de la beauté du spectacle qu'offre dans toutes les directions, sur le grand fer à cheval de volcans neigeux qui entourent Mexico, et particulièrement sur l'Ixtacihualt (5.110 mètres), le Popocatepelt (5.420 mètres), l'Ajusco et le Nevado de Toluca, la terrasse de ce Palais de Chapultepec, sommet d'un immense dyke d'andésite sur lequel s'élevait jadis le palais de Moctezuma, remplacé par le château actuel, et au pied duquel s'élèvent encore, pleins de vie et de grandeur, les vieux et gigantesques ahuehuètes (*Taxodium micronatum*) qui virent la conquête de Fernand Cortez.

V

Il me reste à parler des excursions du Congrès. Quelques-unes eurent lieu pendant le Congrès même. Mais celles-ci, naturellement, ne purent être nombreuses, étant données les occupations déjà multiples des congressistes.

Le 7 septembre eut lieu une excursion pétrographique au Pédregal de San Argel, extrémité frontale d'une immense coulée de lave qui, partie de l'Ajusco, est arrivée presque aux portes de Mexico.

Le 13 septembre, veille de la clôture du Congrès, eut lieu, à 100 kilomètres de Mexico, une autre excursion plus importante aux mines argentifères de Pachuca.

Ces mines, célèbres depuis des siècles, sont maintenant de nouveau en pleine activité, grâce à l'introduction des procédés de cyanuration qui, en cette localité comme en bien d'autres au Mexique, se substituent à l'ancien procédé du patio.

Les excursions antérieures au Congrès furent au nombre de quatre.

L'une d'elles, précédant immédiatement le Congrès, eut lieu du 2 au 4 septembre. Elle eut la forme d'une sorte de boucle allongée se dirigeant de Mexico vers Jalapa, Vera-Cruz et Orizaba, c'est-à-dire en définitive vers le golfe du Mexique.

Sous la direction de M. Ordoñez, le distingué sous-directeur de l'*Instituto geologico nacional*, nous fûmes mis à même d'examiner pendant deux jours les phénomènes néo-volcaniques, si bien étudiés par lui, de la Sierra Madre orientale, soit sur la route de Mexico à Jalapa, à proximité du coffre de Perote (4.090 mètres), soit aux environs de Jalapa, le long de la ligne de chemin de fer, encore inachevée, qui, entre la Sierra Madre et le golfe du Mexique, se dirige directement de Jalapa vers Cordoba en passant au pied du pic d'Orizaba (5.560 mètres).

La troisième journée fut consacrée à l'étude du Crétacé moyen des environs d'Orizaba et à la tectonique de la Sierra Madre, sous la direction de M. Böse, membre de l'*Instituto geologico nacional*.

Trois autres excursions, d'une durée plus longue, avaient précédé cette excursion vers l'Est. C'étaient les excursions du Centre, du Sud et de l'Ouest.

Celle du centre, dirigée successivement par MM. Flores et Ordoñez, permettait la visite du Nevado de Toluca et du Jorullo.

Celle du Sud comprenait la visite du massif archaïque du Canon de Tomellin et celle des éruptions rhyolitiques des environs de Tlacolula, sous la direction de M. Ordoñez, puis celle des célèbres ruines de Mitla aux environs de Oaxaca, sous la direction du célèbre archéologue de Berlin, le professeur Seiler, et enfin l'examen du Crétacé inférieur des environs de Tehuacan, sous la direction de M. Aguilera.

Enfin, l'excursion de l'Ouest, placée sous la direction de M. Waitz, membre de l'*Instituto geologico nacional*, était organisée de façon à permettre la visite des geysers éteints de San Andrès, celle des sources thermales d'Agua Fria et enfin celle du Volcan de Colima, encore en activité actuellement au bord du Pacifique.

Les dates fixées pour ces excursions avaient été très heureusement combinées de façon à permettre au besoin le passage d'une excursion à l'autre. Et c'est ainsi qu'en sacrifiant la fin de l'excursion du Sud, consacrée au Crétacé, il me fut possible de participer à la partie la plus importante de l'excursion de l'Ouest, consacrée à l'ascension du Volcan de Colima.

Ces excursions furent toutes deux bien réussies, malgré les difficultés considérables d'organisation que suscitaient le transport et le logement des congressistes dans des régions soit peu habitées comme Mitla, soit complètement inhabitées comme la région de Colima, où il fallut transporter, loger et nourrir les congressistes pendant trois jours à près de 4.000 mètres d'altitude, et à douze heures de cheval de tout centre habité.

Et ceux de nos compagnons qui se rendirent au Jorullo, où les difficultés n'étaient guère moindres, n'ont pas rapporté de leur excursion une opinion moins favorable.

Après le Congrès, une gigantesque excursion de près de 5.000 kilomètres et d'une durée de vingt jours permit aux congressistes de visiter presque toute la partie du Mexique située au Nord de Mexico.

Deux trains composés de wagons Pullman du dernier modèle, c'est-à-dire d'un extrême confortable, transportèrent les congressistes aux cratères du Valle de Santiago, aux mines de Guanajuato, à Zacatecas, aux mines et aux usines de Mapimi, aux mines de soufre de Conejos, à la frontière des Etats-Unis, à El Paso.

Là, un groupe de congressistes se sépara pendant quelques jours de l'excursion principale pour aller visiter les fonderies de Douglas, les mines de Bisbee, de la Copper Queen Co, les mines de Cananea, les fonderies et mines de Nacozari. Ce groupe vint six jours après, se refondre à Saltillo avec le groupe principal, qui, pendant cette séparation, avait visité Parral, Quebradilla et Parras; puis tous les congressistes réunis partirent pour Concepcion del Oro, Mazapil, la Sierra de Santa Rosa, las Esperanzas, Monterrey, San Luis de Potosi et Mexico, examinant en route le Crétacé supérieur fossilifère, les mines d'argent et de charbon, ainsi que les puits de pétrole de cette immense région. Ce voyage colossal fut exécuté sous la direction de MM. Aguilera, Ordoñez, Doheny, Böse, Burckhardt, Flores, Ludlow, Robles et Villarello, et avec l'aide de toutes les autorités locales qui ne cessèrent de combler les congressistes d'attentions de tout ordre.

Terminé le 4 octobre avec un plein succès, ce voyage fut immédiatement suivi d'un autre, organisé avec le même confort et dirigé cette fois tout à fait au sud, vers l'isthme de Tehuantepec, et qui ne se termina que le 13 octobre.

Placé sous la direction de M. Böse, il fut consacré à l'étude de la tectonique de la Sierra Madre orientale, du Pliocène, du Miocène supérieur, du Crétacé, puis, pour finir, des schistes cristallins de l'archaïque et des roches granitiques ou porphyriques des environs de Tehuantepec.

Il se termina à Salina-Cruz sur le Pacifique, à l'extrémité de cette ligne de chemin de fer, dite de l'isthme de Tehuantepec, que vient d'ouvrir une société anglaise, dirigée par Sir Weetman D. Pearson et vigoureusement soutenue par le Gouvernement mexicain.

Complétée par la création, à ses deux extrémités, de deux ports bien aménagés situés à Coatzacoalcos, sur le golfe du Mexique, et à Salina-Cruz, sur le Pacifique, cette œuvre considérable, poursuivie sans bruit par le Gouvernement mexicain, est actuellement en plein fonctionnement.

Assurée d'un trafic considérable, grâce à des contrats avec des compagnies de navigation, elle est, pour la Compagnie anglaise qui l'a créée et pour le Gouvernement mexicain qui l'a soutenue, une source certaine de prospérité, au moins jusqu'à l'ouverture encore lointaine du canal de Panama.

Dans cette œuvre, comme dans bien d'autres, le Gouvernement mexicain a montré une énergie, une continuité de vues, une intelligence nette des intérêts du pays qui lui fait le plus grand honneur, et qui explique la prospérité considérable dont jouit actuellement ce pays.

Et la sensation de cette prospérité n'est pas une des impressions les moins vives qu'a rapportées de ce pays l'auteur de ces lignes.

Vingt-cinq années ont suffi à la créer; vingt-cinq années pendant lesquelles le général Porfirio Diaz, président sans cesse réélu des Etats-Unis du Mexique, n'a cessé de diriger les affaires du pays avec une autorité sans cesse croissante.

C'est vers lui, en première ligne, que s'élève la reconnaissance nationale! Ce sera vers lui, en même temps que vers les collaborateurs dévoués dont il sut s'entourer, que s'élèvera l'hommage de reconnaissance qu'adresse, au Haut Protecteur du Xe Congrès géologique international, le délégué du Gouvernement français à ce congrès. Qu'il lui soit également permis, en terminant, de transmettre aujourd'hui à ses compatriotes les assurances de vive sympathie pour la France qu'il n'a cessé de rencontrer au Mexique, et qu'a bien voulu lui confirmer, dans une audience personnelle, le Président de la République mexicaine.

Il m'est du reste impossible de clore ces lignes sans reporter l'hommage de cette sympathie vers ceux qui en furent les créateurs, vers tous ces bons Français qui, par leur travail assidu, par leurs succès intellectuels, commerciaux et industriels, ont su effacer à jamais le souvenir de la malencontreuse intervention de Napoléon III et qui ont fait de la colonie française au Mexique une des plus riches, une des plus puissantes, une des plus considérables, et je puis ajouter une des plus aimées parmi les colonies étrangères du Mexique.

Je ne saurais oublier, en effet, le spectacle des fêtes organisées par elle à Mexico pendant près d'un mois à propos du 14 juillet, fêtes auxquelles il me fut donné d'assister et qui témoignent, par l'affluence des Mexicains à s'y rendre, de leur sympathie pour la France.

Je ne saurais oublier non plus l'accueil affectueux que reçurent les membres français du congrès dans maintes villes du Mexique, à Mexico tout particulièrement, pendant plus d'un mois, de la part des membres de la colonie française, heureux de se grouper autour du très sympathique représentant de la France au Mexique, M. le Comte Peretti de la Rocca, pour nous fêter et causer avec nous du pays auquel ne cesse de les rattacher le plus pur patriotisme. Que mon dernier mot soit pour eux : La colonie française du Mexique fait le plus grand honneur à la mère-patrie et la France a le droit d'être fière de son rejeton. Il ne lui manque que d'être suffisamment connue. L'avenir y pourvoira!

A. Offret,

Professeur de Minéralogie théorique et appliquée
à l'Université de Lyon.
Délégué du Ministère de l'Instruction publique,
du Ministère des Travaux publics
et de l'Université de Lyon
au Congrès de Mexico.
Vice-Président du Xe Congrès géologique international.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Remoundos (Georges), *Ancien Elève de l'Ecole Normale Supérieure, Maître de Conférences à l'Université d'Athènes.* — **Sur les zéros d'une classe de fonctions transcendantes.** *Thèse de la Faculté des Sciences de Paris.* — 1 *vol. in*-8°. *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1907.

M. Remoundos s'est proposé, dans ce très intéressant travail, d'étendre aux fonctions multiformes le théorème classique de M. E. Picard, à savoir qu'une fonction uniforme $F(z)$ peut prendre, au voisinage d'un point singulier essentiel isolé $z = \alpha$, toutes valeurs, sauf, peut-être, deux valeurs au plus, dites *valeurs exceptionnelles*. S'inspirant d'une proposition énoncée comme probable par M. Painlevé, à savoir qu'une fonction multiforme à ν branches doit avoir, au voisinage d'un point singulier essentiel isolé, au plus 2ν valeurs exceptionnelles, M. Remoundos a d'abord cherché à vérifier cette prévision; il a choisi pour cela la voie indiquée par M. Borel, à propos du théorème de M. Picard, et qui résulte de l'impossibilité de certaines identités de la forme :

$$\sum_{i=n}^{i=n} G_i(z)\, e^{H_i(z)} = 0,$$

autrement qu'en prenant tous les G nuls, les G et les H désignant des fonctions entières de z assujetties à certaines conditions trop longues à préciser ici.

Dans la première partie, l'auteur étudie le cas des fonctions ayant un nombre fini de branches au voisinage d'un point singulier essentiel isolé, et il justifie la prévision de M. Painlevé. Il examine le cas du point singulier essentiel à l'infini, et généralise pour le cas d'un point singulier essentiel quelconque, en s'appuyant sur des travaux récents de M. Maillet.

La seconde partie s'applique aux fonctions multiformes qui ont un nombre infini de branches au voisinage d'un point essentiel isolé. Le premier chapitre concerne en particulier des fonctions d'un nombre infini de branches pour lesquelles le nombre des valeurs exceptionnelles est limité. Dans le second chapitre, l'auteur tâche de généraliser pour toute fonction u et z définie par : $F(z,u) = 0$, F étant une fonction entière de z et de u; il établit que l'ensemble des valeurs exceptionnelles est dénombrable et possède l'infini pour point limite; à cette occasion, il aborde le problème intéressant et difficile des identités de M. Borel, quand le nombre des termes y devient infini. Enfin viennent quelques applications aux équations différentielles, relatives aux points d'*indétermination complète* (M. Painlevé). Une dernière partie est consacrée à rattacher au sujet traité et à compléter les résultats de M. Borel relatifs à *la croissance régulière* des fonctions entières.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée
et à l'Ecole des Sciences de Rouen.

Pesloüan (Ch. Lucas de). — **N. H. Abel. Sa vie et son œuvre.** — 1 *vol. in*-8° *de* 168 *pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1907.

M. L. de Pesloüan n'a pas voulu écrire un fragment de l'Histoire des Mathématiques, mais la vie d'un mathématicien : il n'a donc pas séparé le récit de l'existence d'Abel de l'analyse de son œuvre. Il nous donne ainsi une étude des plus intéressantes, qui ne peut manquer de communiquer au lecteur les sentiments d'admiration que l'auteur professe pour Abel.

2° Sciences physiques

Gandillot (Maurice). — **Essai sur la Gamme.** — 1 *vol. in*-8° *colombier* (31 × 22) *de* XVI-575 *pages avec* 453 *fig.* (*Prix* : 32 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1907.

Le titre de cet ouvrage est trop modeste : l'auteur dit lui-même que, se proposant tout d'abord de chercher les lois de formation de la gamme moderne, il a été entraîné par son sujet, et qu'il a trouvé les lois de l'harmonie comme conséquences immédiates de ses premières recherches. Il s'agit donc ici d'une véritable théorie de la musique; car ce traité renferme le mode de formation des gammes modernes, des gammes anciennes et même de gammes qu'on peut appeler futures, étant encore inusitées, et, en outre, les lois de formation des accords consonants et dissonants, base de l'harmonie ancienne et moderne, leur mode d'emploi et de résolution, les règles de la modulation et de la composition musicale. L'auteur critique les traités d'harmonie existants, discute les prescriptions établies, en propose, lorsqu'il y a lieu, de nouvelles. En un mot, il donne aux lecteurs les moyens de se rendre un compte précis de leurs impressions musicales, de faire l'analyse logique d'une pièce de musique quelconque, et d'en exprimer les résultats au moyen d'une série de termes et de signes nouveaux établis rationnellement.

Il en résulte que l'ouvrage est long : l'auteur s'en excuse en disant que, « s'il avait exprimé ses opinions sans justifier leur différence avec les idées ayant cours, le lecteur n'eût cessé de lui faire mentalement des objections : le livre eût été court, mais non convaincant. Il a donc paru nécessaire de prévoir ces objections et d'y répondre ». D'autre part, il y a dans cet ouvrage une centaine de mots nouveaux, bien choisis d'ailleurs, qu'il faut absolument s'assimiler au fur et à mesure, et inscrire sous forme de vocabulaire, ce qui facilitera beaucoup la lecture et l'intelligence de l'ouvrage. Il y a là certainement une difficulté qui rend la lecture pénible pendant quelque temps; mais le but à atteindre est si intéressant pour ceux qui aiment la musique ! Il vaut bien qu'on se donne, en commençant, un peu de peine.

Le lecteur doit être également prévenu qu'il lui faut posséder des connaissances musicales élémentaires : les noms des échelons de nos gammes actuelles majeure et mineure, les noms et la nature des intervalles qui les forment, diatoniques et chromatiques, quintes, tierces, quartes..., les diverses clefs, au moins celles de sol et de fa, leurs armures en dièses et bémols caractérisant les divers tons, des notions sur les instruments de musique : violons, violoncelles, pianos, orgues, harmoniums, cors, etc.

Dans une première partie, dont l'auteur semble faire bon marché, et qui nous paraît, au contraire, très utile et très importante, il donne quelques notions d'acoustique indispensables, et il « s'efforce de pénétrer le mécanisme suivant lequel se produisent nos sensations musicales ». C'est là que se trouvent les seuls faits expérimentaux sur lesquels il s'appuie, et les principes qui lui servent à échafauder toutes les théories suivantes.

Pour M. Gandillot, « si l'on n'a pas encore réussi à établir la théorie de la musique, cela tient sans doute à ce que, le plus souvent, on a tenté de la fonder sur les particularités du fonctionnement des corps sonores, alors que c'est celui de notre intelligence dont il convient en réalité de tenir compte. Or, on dispose précisément à ce sujet d'une donnée très sûre et par-

faitement suffisante; c'est le *principe de la consonance*, philosophiquement très plausible, et qui peut s'exprimer ainsi : *le musicien aime à associer les sons dont les hauteurs sont en rapports simples* ! S'appuyant sur cette base étroite, mais solide, il est facile de reconstituer toute la musique, gamme et harmonie ».

Par rapports simples, l'auteur entend des rapports *numériques* et même *arithmétiques* simples, exprimés avec les nombres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 (le nombre 7 est momentanément exclu pour des raisons exposées dans le cours de l'ouvrage), et d'une manière générale par une expression de la forme : $2^m.3^n.5^p$, où m, n, p sont des nombres entiers, positifs ou négatifs. Il complète sa pensée en ajoutant que les sons associés seront d'autant plus aimés du musicien que les rapports numériques qui les expriment seront plus simples.

Cette définition, en quelque sorte philosophique ou psychique, de la *consonance*, des intervalles musicaux *consonants*, dans laquelle des rapports de nombres sont au premier plan et les sensations des musiciens au second plan, n'est pas nouvelle : c'est celle de Descartes[1] et d'Euler[2]; celui-ci en a déduit jusqu'aux plus extrêmes conséquences. M. Gandillot ne l'a pas suivi jusque-là, et avec raison; mais il est de son école : il s'éloigne entièrement de celle de Rameau, d'Alembert et Helmholtz, en ce sens qu'il ne se sert, pour édifier sa théorie musicale, ni du principe de la résonance multiple dont les deux premiers faisaient la base de la musique, ni des battements, ni des sons résultants, dont le troisième a fait un usage si remarquable dans sa théorie physiologique de la musique. En général, il se méfie du témoignage de l'oreille, et ne s'en sert volontiers que pour corroborer les résultats de ses déductions rationnelles. Pour lui, le fait fondamental est le suivant : « Parmi les notes que la Physique permet de réaliser, le musicien n'en emploie qu'un petit nombre, celles dont les fréquences forment entre elles des proportions simples. Plus la proportion est simple, plus leur accord est consonant ». Et l'idéal de l'accord consonant est celui que forment les notes : ut_1 ut_2 sol_2 ut_3 mi_3 sol_3 ut_4, *parce que* les fréquences des notes simultanées qui le forment sont proportionnelles aux nombres : 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8.

Il admet ensuite : que les intervalles musicaux sont représentés par les rapports suivants et dans l'ordre décroissant de consonance : l'octave 2, la quinte $\frac{3}{2}$, la quarte $\frac{4}{3}$, la tierce majeure $\frac{5}{4}$, la tierce mineure $\frac{6}{5}$, la sixte mineure $\frac{8}{5}$, et la sixte majeure $\frac{5}{3}$. Enfin la *dissonance* étant le contraire de la consonance, on classe parmi les dissonances les intervalles suivants : seconde majeure $\frac{9}{8}$, seconde mineure $\frac{16}{15}$, septième majeure $\frac{15}{8}$, septième mineure $\frac{9}{5}$.

Les musiciens pourraient élever quelques critiques sur cette classification des intervalles consonants au sujet de leurs effets acoustiques. Quant aux rapports ci-dessus, ils sont admis depuis Zarbin par la grande majorité des théoriciens. Les expériences de Helmholtz, celles que nous avons faites, Cornu et moi, en enregistrant les vibrations de deux sons émis *simultanément* comme ils le sont dans les accords, bases de l'harmonie, ont montré que l'on pouvait les accepter sans difficulté, surtout quand il s'agit d'édifier une théorie sur les propriétés et l'emploi de ces accords.

Cette définition, en quelque sorte mathématique, de la consonance et de la dissonance étant admise, et les rapports numériques ci-dessus acceptés pour les intervalles musicaux, l'auteur construit graduellement son édifice théorique avec une logique imperturbable, en se servant au besoin de représentations schématiques de toute espèce, dont la plupart sont fort ingénieuses.

Cet édifice peut en quelque sorte être considéré comme composé d'une base ou fondement, constitué par ce que l'auteur appelle les *échelles* musicales, d'étages constitués par les diverses *gammes*, et d'un couronnement formé par les *accords* consonants et dissonants. Nous ne pouvons donner ici qu'un résumé rapide des idées de l'auteur sur ces sujets.

Echelles. — Il appelle échelle une série de sons renfermés dans un intervalle d'octave, aussi nombreux et aussi consonants que possible, c'est-à-dire représentés par les rapports numériques les plus simples. Par une analyse serrée des éléments de la question, on ne trouve que trois sons satisfaisant aux conditions posées, et formant entre eux trois intervalles, savoir : la tierce mineure $t=\frac{6}{5}$, la tierce majeure $T=\frac{5}{4}$ et la quarte $q=\frac{4}{3}$. En commençant par la tierce majeure T, on a l'échelle *majeure* T.*t*.*q* représentée par les noms : *ut mi sol ut*. En commençant par la tierce mineure *t*, on obtient l'échelle *mineure* *t*.T.*q*, *ut mi♭ sol ut*. Mais on voit qu'il peut y avoir quatre autres formes, savoir : *q*.T.*t*. *sol ut mi sol* : *t*.*q*.T. *mi sol ut mi*, toutes deux majeures, et deux autres mineures : *q*.*t*.T. *sol ut mi♭ sol* : T.*q*.*t*. *mi♭ sol ut mi♭*. En tout six échelles qui peuvent être employées : en particulier, les sonneries de clairon utilisent les sons de la première échelle majeure *ut mi sol ut*, qu'on appelle échelle de *tonique majeure*, représentée par T_a.

Mais le nombre des échelles n'est pas limité à six. On peut en construire en prenant pour point de départ (pour *base*) soit l'un des trois sons des échelles précédentes, soit d'autres sons, pourvu qu'on satisfasse toujours le mieux possible au principe de la consonance. C'est ainsi qu'une échelle importante de la forme majeure T.*t*.*q*. peut être construite sur le troisième échelon *sol*, appelé *note dominante* (ou simplement *dominante*), sommet de la première échelle majeure, savoir : *sol si ré* : c'est l'échelle dite *dominante majeure* représentée par D_a. Il est évident qu'il existe aussi une échelle de dominante mineure, D_i, qui est *sol si♭ ré*. Deux autres échelles, aussi importantes que les précédentes, dont le sommet se confond avec la tonique *ut*, sont formées en prenant pour *base* le son *fa* situé à une quinte inférieure d'*ut* et qu'on nomme note *dominée* d'*ut*, savoir : une échelle dite dominée majeure, Δ_a, de la forme T.*t*.*q*. *fa la ut* : l'autre, dominée mineure, Δ_i, de la forme *t*.T.*q*. *fa la♭ ut*. Et ainsi de suite. Il va sans dire que chacune de ces nouvelles échelles a ses variantes comme les deux premières. On voit le grand nombre de groupements élémentaires de trois sons qu'on peut ainsi constituer logiquement.

Gammes. — Mais, quelle que soit l'utilité de ces échelles ou types élémentaires pour l'analyse musicale, ils n'offriraient pas de ressources suffisantes aux compositeurs. Il faut en arriver à des groupements renfermant dans l'intervalle d'une octave un plus grand nombre d'échelons, et usités depuis des siècles : ce sont les gammes.

L'auteur appelle *gamme*, d'une façon générale, « toute collection de sons faisant avec une même tonique des rapports assez simples pour que l'intelligence les saisisse aisément ». Il s'agit toujours, bien entendu, de rapports *numériques*, car sans cela la définition serait à peu près indéterminée. En réalité, l'auteur forme les gammes en groupant logiquement les sons renfermés dans une ou plusieurs des échelles déjà définies, réduits s'il le faut d'une ou plusieurs octaves pour être renfermés dans l'intervalle d'une seule octave.

En prenant deux échelles successives de tonique et de dominante majeures, T_a D_a par exemple, on constituerait une gamme majeure particulière composée des sons : *ut ré mi*, *ré sol si ut* (le son étant réduit d'une octave), qui offrirait quelques ressources musicales, mais

[1] *Abrégé de la Musique*, 1610.
[2] *Tentamen novæ theoria Musicæ*, 1730.

encore restreintes, et qu'on pourrait appeler gamme *binaire*.

On arrive à nos gammes actuelles, qui sont *ternaires*, en groupant les sons de trois échelles tonique, dominante et dominée T, D, et Δ.

C'est ainsi que notre gamme majeure habituelle est formée des sons des trois échelles Δ_a, T_a, D_a, *fa la ut*, *ut mi sol*, *sol si ré*, réunies dans une même octave et sous la forme connue : *ut ré mi fa sol la si ut* (en y joignant l'octave supérieure).

Une gamme d'*ut* mineur est formée semblablement des sons des échelles Δ_i, T_i, D_i, *fa la♭ ut*, *ut mi♭ sol*, *sol si♭ ré*, sous la forme : *ut ré mi♭ fa sol la♭ si♭ ut*. (C'est une variante de la gamme d'*ut* mineur usitée où *si♭* est remplacé par *si*).

Mais l'auteur remarque que les échelles T, D, Δ vont être combinées de plusieurs autres manières que les majeure T_a D_a Δ_a et mineure T_i D_i Δ_i : on peut combiner l'une de ces deux formes, Δ_a par exemple, avec deux autres de quatre manières différentes, savoir : Δ_a T_a D_a; Δ_a T_a D_i; Δ_a T_i D_a; Δ_a T_i D_i. Il en est de même pour les combinaisons de Δ_i avec les deux autres. On obtient ainsi huit variétés de gammes ternaires, qu'on peut grouper en quatre genres rapportés à deux types ou modes caractéristiques, quatre au mode dit majeur, et quatre au mode mineur, où le troisième échelon de la gamme, *mi*, appelé *médiante*, fait avec le premier, ou tonique, un intervalle de tierce mineure.

On obtient ainsi, sur *ut* pris comme tonique, huit gammes ternaires, dont quatre majeures et quatre mineures; mais, comme chacune d'elles peut affecter trois formes, ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, suivant qu'on la commence par la tonique, la dominante ou la médiante, c'est en réalité vingt-quatre gammes différentes formées sur une tonique, et par la seule condition essentielle que tous les intervalles qu'elles renferment soient exprimés par des rapports numériques aussi simples que possible.

Cette classification originale pouvant, en raison de sa nouveauté, sembler un peu artificielle, l'auteur s'empresse de la justifier par des exemples tirés du plain-chant, de Mendelssohn, de Berlioz, Gounod, Reyer, Chabrier et Wagner. Il fait remarquer d'ailleurs qu'on peut, par combinaison d'autres échelles telles, que *mi sol si* par exemple, avec les précédentes, composer une foule d'autres gammes; mais les gammes ternaires ci-dessus sont les plus employées.

Seulement on ne peut relier entre elles, au hasard, deux ou plusieurs échelles; il faut, pour être acceptables, qu'elles présentent entre elles des relations plus ou moins intimes, que l'auteur appelle *parentés*, et qui s'appliquent aussi bien aux échelles qu'aux gammes. L'auteur indique quatre sortes de parentés qu'il appelle : *homotonie*, quand les échelles ont leurs bases à l'unisson (*ut mi sol* et *ut mi♭ sol*); *connexion*, quand deux échelles ont deux échelons et par suite une tierce commune, *relative* si la tierce est majeure (*la ut mi*, *ut mi sol*), *corrélative* si la tierce est mineure (*ut mi sol*, *mi sol si*); *voisinage*, quand une échelle a pour base la note qui est le sommet de l'autre. Les mêmes noms sont appliqués à des gammes ayant même tonique, ayant leurs échelles toniques connexes, ayant leurs échelles toniques voisines. On voit que ce sont les échelles qui caractérisent ces degrés de parenté, et l'on commence à saisir ainsi le rôle important qu'elles doivent jouer dans la composition musicale, d'autant plus que ce sont les seuls groupements de sons entièrement *consonants* d'après la définition acceptée.

Nous ne pouvons suivre l'auteur dans le développement de ses idées sur les gammes; on trouvera dans son *Essai* (huitième partie) une étude approfondie et très originale de la gamme, considérée dans son acception tout à fait générale, qui conduit à la constitution régulière et logique de centaines de gammes comprenant les gammes anciennes, les modes de plain-chant, nos gammes modernes et une foule d'autres, susceptibles d'utilisation future.

Accords. Harmonie. — Ici la question se complique. Si l'on comprend jusqu'à un certain point que l'oreille d'un musicien soit tolérante quand il entend des séries de sons *successifs* formant des *mélodies*, il semble bien qu'elle doit se montrer beaucoup plus exigeante quand on lui fait entendre des groupes de sons *simultanés* ou *accords*, et quand on les fait se succéder les uns aux autres. Il doit se produire là évidemment des effets physiologiques et psychiques complexes, dont il paraît difficile d'établir une théorie vraiment scientifique, ainsi que l'ont essayé par exemple Euler, d'Alembert, Helmholtz, et surtout, comme l'a tenté notre auteur, une théorie fondée uniquement sur des relations numériques. C'est pourquoi les auteurs des traités d'harmonie en usage dans les conservatoires, et dont quelques-uns, comme Chérubini et Reber, étaient des compositeurs de grande valeur, mais sans éducation scientifique étendue, n'ont, à proprement parler, donné que des règles de composition empiriques, fondées avec plus ou moins d'approximation sur l'expérience des maîtres qui, pendant des siècles, ont écrit de la musique considérée comme admirable par la majorité des musiciens.

Il s'agissait, dans l'ouvrage que nous analysons, de réviser ces règles, de mettre en évidence ce qu'elles ont de vrai, ou de faux, ou d'incomplet; d'en justifier scientifiquement l'emploi, de le généraliser quand il y a lieu.

Il a fallu pour cela consacrer la quatrième partie du livre, formée de six chapitres, à établir une définition nouvelle de la *dissonance* des accords, fondée *sur l'emploi de notes provenant d'échelles différentes*, en montrant qu'elle conduit à des conséquences vérifiées par l'expérience des musiciens ; à la genèse, par réunion d'échelles, des accords dissonants naturels et altérés, ceux-ci étant définis *comme formés de sons provenant de gammes différentes* ; à la préparation et à la résolution des dissonances, en expliquant rationnellement des faits exacts, mais qu'on attribue généralement à de vagues *attractions* exercées sur certains degrés des gammes par certains autres.

Ce n'est pas, il est vrai, qu'il n'existe pas de faits où les choses ont l'air de se passer comme si des attractions de cette nature existaient : bien au contraire. En effet, tous les musiciens savent que, lorsqu'on leur fait entendre une série de sons successifs ou superposés, soit par suite d'une sorte d'instinct musical, soit par l'effet de l'habitude de lire et d'entendre de la musique, soit pour les deux motifs à la fois, ils *rattachent* ces sons à un son principal, à un son de référence ou, si l'on veut, en employant un terme technique, à une certaine *tonalité*. C'est là un phénomène très connu, très exact et tout à fait général : l'auteur l'appelle *rattachement*. Ce phénomène, d'importance capitale pour l'harmonie, est aussi fort délicat à expliquer rationnellement, si l'on veut y mettre quelque précision. L'auteur a consacré une partie fort longue de son livre (la quatrième) à en rechercher et à en exposer les lois, en se servant de schémas géométriques suggestifs, mais sans avoir recours, comme on l'a fait avant lui, à la considération des sons résultants, pour cette raison qu'ils sont le plus souvent trop faibles pour être entendus, et que, dans le cas d'une musique pensée et non entendue, ils sont sûrement inexistants. Pour lui, le son de référence est celui avec lequel les sons entendus ont les rapports numériques les plus simples; c'est celui dont le nombre de vibrations est représenté par le plus grand commun diviseur des nombres relatifs aux sons entendus ou ses octaves. Seulement il admet que l'on apprécie *simultanément*, mais *distinctement*, la périodicité des sons particuliers ainsi que celle de l'accord qu'ils forment entre eux : or, c'est là une affirmation qui aurait besoin, à ce qu'il semble, d'être prouvée physiologiquement. Néanmoins les conséquences tirées de ce point de départ s'accordent avec les résultats de l'expérience des musiciens : c'est l'essentiel.

Nous espérons en avoir assez dit pour faire com-

prendre comment l'auteur a édifié sa théorie, comment il a pu construire rationnellement un très grand nombre de groupements ou types musicaux, déterminer leurs relations ou rattachements, montrer comment on peut passer des uns aux autres scientifiquement, en quelque sorte, en restant toujours attaché à ce qu'il a appelé le principe de la consonance.

On voit alors comment il a pu sans grande difficulté comparer, dans une pièce de musique quelconque, les accords, éléments de l'harmonie, aux types caractéristiques qu'il a établis, et constituer ainsi les bases d'une analyse scientifique de la musique. C'est la neuvième partie de l'ouvrage qui renferme les applications musicales de ces théories, appuyées sur de nombreux exemples empruntés à Mozart, Meyerbeer, Verdi, Reyer, Wagner. Un chapitre est consacré à l'étude des modulations; les autres à l'analyse des traités d'harmonie existants, en indiquant le sens dans lequel il y aurait lieu d'en modifier la rédaction et les remaniements à faire à la terminologie musicale.

La dixième partie de l'ouvrage se rapporte au tempérament : elle comprend d'abord l'étude théorique de cette question, qui a soulevé tant de discussions, mais qu'il a bien fallu résoudre, puisque l'emploi des instruments à sons fixes, comme les pianos et les orgues, les flûtes, les clarinettes, les hautbois, etc..., oblige les instruments omnitones, comme le larynx humain, et les instruments à cordes à n'exécuter en quelque sorte que de la musique approximative. L'auteur étudie, en employant surtout des constructions graphiques, diverses solutions de cette question : il montre ensuite comment on peut passer de la théorie à la pratique, et indiquer la construction d'un instrument qui permettrait de réaliser dans les instruments à clavier le tempérament à *n* sons dans l'octave au lieu de 12.

L'ouvrage se termine par un résumé d'une vingtaine de pages.

Quand on l'a lu, ou plutôt étudié avec soin, on éprouve la sensation agréable de voir beaucoup plus clair dans un sujet extrêmement complexe. Il s'y joint cependant une sorte d'hésitation à croire que le point de départ de l'auteur soit réellement aussi simple qu'il en a l'air. Se priver systématiquement, dans une théorie musicale, des données physiques et physiologiques que peut fournir l'organe de l'ouïe, même celles qui en sont indépendantes, et réduire à peu près, en ce qui concerne la musique, les sensations auditives à l'appréciation de rapports numériques ou au contrôle de théories de forme mathématique, cela semble une tentative hardie, et inspire tout d'abord une certaine méfiance. Quoi qu'il en soit, le but que s'est proposé l'auteur en écrivant cet essai nous semble atteint : en tout cas, c'est un livre rempli de faits et d'idées exprimées le plus souvent sous une forme nouvelle, logiquement et solidement liées; il est très intéressant pour tous ceux qui aiment la musique, et qui désirent se rendre compte des impressions qu'elle produit.

E. Mercadier,
Directeur des Etudes à l'Ecole Polytechnique.

3° Sciences naturelles

Demangeon (Albert), *Professeur-adjoint à l'Université de Lille.* — **Dictionnaire manuel illustré de Géographie.** — 1 *vol. in-8° de* 860 *pages. avec fig. (Prix cartonné : 6 fr.) Librairie Armand Colin. Paris.* 1907.

Nous signalons avec plaisir l'apparition de ce dictionnaire, dont la principale originalité consiste à donner, outre la nomenclature des *noms de lieux*, indispensable à tout volume de ce genre, un choix de *noms de choses*, de définitions, de renseignements relatifs aux différentes branches de la Géographie : atmosphère, mers, relief des continents, géologie, roches, végétations, terrains, animaux domestiques, peuples et races, cultures, industries, commerce, géographes, explorateurs, cartographie, etc.

La science de l'auteur, qui s'est d'ailleurs adjoint comme collaborateurs des géologues et des géographes compétents, MM. J. Blayac, I. Gallaud, J. Sion et A. Vacher, nous est un sûr garant de la valeur de l'ouvrage. Il s'y est glissé quelques petites incorrections, inévitables dans un manuel de ce genre. Ainsi, la capitale de la Bolivie est, depuis la révolution de 1899, La Paz, et non plus Sucre; Le Bourget est situé à 4 kilomètres au N. E. de Paris, et non à 41 kilomètres; Novibazar n'est pas l'une des trois villes principales de la Bosnie; elle fait partie d'un sandjak indépendant; il n'est pas fait mention de Beira, l'un des principaux ports de la côte orientale d'Afrique ; par contre, sa voisine, Quilimané, n'est pas reliée par une voie ferrée à Prétoria, etc. Mais ces légères imperfections pourront disparaître dans une seconde édition, que nous souhaitons prochaine.

Pardé (L.). — **Arboretum National des Barres. Énumération des végétaux ligneux indigènes et exotiques qui y sont cultivés.** — *2 vol. grand in-8°, dont 1 vol. de texte (400 pages) et un vol. atlas (95 planches et plans). Librairie des Sciences naturelles P. Klincksieck. Paris, 1907.*

Les collections d'arbres que nous possédons en France ne sont pas nombreuses, mais celle qui se trouve dans le *Domaine National des Barres* offre un intérêt tout spécial par le nombre et le groupement en massifs des espèces contenues, ainsi que par leur ancienneté, qui permet de tirer des conclusions du plus haut enseignement pratique.

Ce domaine comprend 627 espèces ligneuses, tant européennes qu'américaines ou asiatiques, et plus de 250 variétés. Les premières plantations ont été effectuées par Ph. A. de Vilmorin, qui acheta le domaine en 1821 pour y introduire des espèces d'origines diverses. En 1866, l'Etat en devint acquéreur et y constitua un centre d'enseignement forestier et de contrôle pour les semences, tout en augmentant considérablement les collections.

Un travail d'ensemble donnant le bilan de toutes ces richesses, mettant surtout en relief les résultats que l'on peut tirer de ce magnifique champ d'expériences presque séculaire, fait honneur à l'Administration qui en a assumé la direction et à l'auteur qui l'a entrepris.

M. Pardé a catalogué toutes les espèces contenues dans le domaine, en les groupant par familles et par genres, suivant l'ordre adopté dans le *Catalogue de Kew* pour les feuillus et dans le *Manuel des Conifères* de Beissner pour les résineux. Chaque espèce est indiquée par son nom latin et français, avec mention du pays d'origine, la liste des synonymes, ainsi que les désignations les plus communes en Amérique, en Allemagne et en Angleterre. Sans insister sur la description botanique, l'auteur résume les essais d'acclimatation qui ont déjà été tentés dans les différents pays d'Europe. Il montre, en s'appuyant sur des auteurs tels que Sargent, Cieslar, Schwappach ou Lavallée, les exigences au point de vue du climat et du sol, l'aptitude plus ou moins développée de chaque variété à se reproduire naturellement de semences dans nos régions, les qualités et les défauts du bois, variables suivant les conditions de croissance et les usages auxquels ces bois peuvent se prêter.

Dans le groupe des Pins, par exemple, plus de 30 espèces sont décrites, ainsi qu'un grand nombre de variétés. Les plus importantes d'entre elles donnent lieu à une longue critique des résultats obtenus, car elles sont maintenant représentées dans le domaine par des futaies de générations différentes : les unes formées de sujets issus de graines directement importées du pays d'origine, les autres obtenues par la germination des graines récoltées sur le domaine même. Tels sont le *Pin sylvestre de Riga*, de *Haqueneau*, le *Pin Laricio de Calabre* et beaucoup d'autres. M. Pardé montre que,

sans exagérer l'importance des résultats d'expériences localisées en une seule région, certaines variétés restent supérieures aux autres et que, en outre, on ne perçoit pas de différence appréciable pour une même variété entre les différents massifs. Il serait à souhaiter que des expériences du même genre, entreprises dans d'autres régions, pussent permettre d'établir des points de comparaison.

Citons, parmi les autres genres abondamment représentés les Chênes et particulièrement les Chênes d'Amérique, qui constituent un massif de plus de 10 hectares; les Epicéa, les Sapins, les Frênes, les Peupliers, etc.

Cette analyse rapide montre que ce travail, loin d'être une énumération d'espèces, contient de nombreuses observations pratiques qui en font un véritable « traité de culture forestière » et qui dénotent de la part de l'auteur une érudition profonde du sujet. Resté, en effet, pendant plus de cinq années professeur à l'École forestière des Barres, et ayant effectué de nombreux voyages à l'Etranger, M. Pardé se trouvait particulièrement à même de mener à bien un travail de ce genre.

Le volume de texte se termine par une longue table des matières, qui permet de retrouver de suite le genre ou l'espèce auxquels doivent être rapportés tous les noms français ou étrangers, ainsi que les synonymes latins figurant dans le texte; en outre, des remarques et des annotations nombreuses au bas des pages donnent des caractères pratiques précieux pour différencier des espèces parfois confondues. L'ouvrage est complété par un volume de planches qui contient 22 plans, indiquant la place exacte, dans le domaine, de chaque arbre signalé et des photographies parfaitement reproduites.

G. Fron,
Docteur ès-sciences,
Chef des Travaux botaniques
à l'Institut national agronomique.

4° Sciences médicales

Laveran (A.), *Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine.* — **Traité du Paludisme** (*deuxième édition*). — 1 *vol. de* 622 *pages, avec* 58 *figures dans le texte et une planche en couleur.* (*Prix*: 12 *francs.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris,* 1907.

C'est en 1880 que M. Laveran a découvert l'hémoparasite pathogène du paludisme et, depuis cette époque, avec une admirable et incessante activité scientifique, ce savant a consacré à l'étude du paludisme, des trypanosomiases et des maladies exotiques, un grand nombre de publications, de mémoires ou de livres, dont quelques-uns font époque et dont chacun apporte son contingent de connaissances neuves et précises.

M. Laveran vient de faire paraître une seconde édition de son *Traité du Paludisme.* Depuis la précédente édition, en effet, les notions que l'on possède sur l'étiologie de l'affection se sont considérablement raffermies et précisées. L'hypothèse émise pas M. Laveran, en 1884, sur le rôle des moustiques dans la propagation de l'hématozoaire, a été vérifiée par les recherches de Ronald Ross, P. et Th. Manson, Jancson, Grassi, Bignami et Bastianelli, Schüffner, Schoo, etc. Les moustiques du genre *Anopheles* n'interviennent pas seulement, en effet, par l'inoculation du parasite qu'ils ont antérieurement absorbé en suçant le sang d'un paludéen. Ils servent encore de substratum indispensable à l'évolution et à la reproduction sexuée de l'*Hemamœba malariæ.* Celle-ci se fait dans l'estomac de l'*Anopheles*, d'où les sporozoïtes pathogènes, devenus libres après maturation des ookystes, se répandent dans le corps de l'insecte et, spécialement, dans ses glandes salivaires.

Cette découverte a transformé entièrement la prophylaxie du paludisme, partout où cette maladie exerce des ravages. Débarrassée des obscurités qui voilaient ses modes de transmission, la fièvre palustre, sous toutes ses formes, est aujourd'hui l'une des affections les mieux connues dans ses causes, sa prophylaxie et son traitement.

Tels sont les divers points que M. Laveran a magistralement exposés dans la deuxième édition de son « Traité du paludisme ». On peut donc ajouter que ce dernier livre constitue une œuvre presque entièrement nouvelle.

Pour avoir relégué au second plan les conditions climatériques et telluriques qui gouvernent l'affection, la découverte de l'hématozoaire et de sa transmission par les *Anopheles*, n'en a, cependant, nullement diminué l'importance pratique. M. Laveran le fait ressortir. Je note, à propos des conditions favorisantes individuelles de l'infection palustre, que l'auteur ne partage pas l'opinion de R. Koch et de Firket sur la possibilité d'une immunisation spontanée par une atteinte antérieure. Si cette hypothèse offre quelque possibilité pour la race nègre, — bien que l'hémamibe fréquente communément le sang des noirs, même adultes, — elle doit être rejetée pour les sujets de race blanche et les créoles, dont la réceptivité s'exagère même par un séjour prolongé ou un retour dans les pays palustres.

L'étude morphologique et biologique de l'*Hœmamœba malariæ* a fourni à M. Laveran l'occasion de défendre l'unité du paludisme. Golgi et, à sa suite, Canalis, Fr. Schaudinn, tendent à considérer au moins trois espèces de parasites : celui de la fièvre tierce, celui de la quarte et celui des fièvres tropicales. M. Laveran et plusieurs autres ont combattu la doctrine de la pluralité des hématozoaires. Les faits d'observation clinique, le résultat des inoculations expérimentales à l'homme, enfin l'étude microscopique du parasite dans un grand nombre de cas, témoignent certainement que les diverses variétés de l'hématozoaire ne sont pas étroitement inféodées au type fébrile de l'affection.

A l'étude très complète de l'hématozoaire, M. Laveran a joint un chapitre nouveau consacré au rôle des Culicides dans la propagation des parasites, ainsi qu'à la description de ces insectes et à leur répartition à la surface du globe. On trouvera, dans ce chapitre, les indications utiles pour la capture, la conservation et la dissection des *Anopheles.*

La symptomatologie si polymorphe du paludisme, les complications que peut entraîner cette maladie, ne sont pas traitées avec moins d'ampleur. Il en est de même des lésions anatomo-pathologiques. N'est-il pas singulier, à cet égard, de constater que Chomel, Grisolle, Rochard, Dutroulau, admettaient qu'il n'existe pas d'altérations constantes des viscères, dans le paludisme? Privés du secours du microscope, les premiers observateurs ne pouvaient, en effet, vérifier l'existence du pigment et de la mélanémie.

Je voudrais encore appeler l'attention sur la description du traitement du paludisme et sur l'étude magistrale qui est faite de la prophylaxie de cette affection. Si jamais l'importance des recherches pures de laboratoire avait besoin d'être défendue, elle trouverait sa justification, peut-être la plus éclatante, dans l'histoire du paludisme, de son parasite et du cycle évolutif de celui-ci dans le sang de l'homme et dans le tube digestif des *Anopheles.* La prophylaxie rationnelle du paludisme se réclame entièrement, en effet, de ces belles découvertes. Elle commande la destruction des moustiques et de leurs larves, la protection individuelle contre leurs piqûres, la défense mécanique de l'habitation, l'emploi préventif de la quinine, à côté des mesures hygiéniques générales relatives à l'assainissement du sol, à la culture, à l'habitat, au vêtement et à l'alimentation.

Dans ce nouvel ouvrage de M. A. Laveran, on retrouvera la description documentée, la manière à la fois sobre et complète, toujours très personnelle, qui caractérisent les travaux de l'illustre savant.

Dr H. Vincent,
Professeur à l'École d'application du Val-de-Grâce.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 Mai 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Fischer** signale quelques applications de son théorème sur la convergence en moyenne. — M. **M. Brillouin** montre que la viscosité des liquides dépend, pour une proportion notable, de la diffusion des molécules, et pour une proportion moindre, quoique comparable, du transport de centre à centre au moment du choc. — M. **G. Lippmann** signale que M. Schwartzschild a décrit avant lui le collimateur vertical suspendu et que la priorité de cette invention lui appartient. — M. **B. Baillaud** a reconnu que les positions des étoiles de repère concernant la planète Eros déduites des clichés de Toulouse présentent divers écarts systématiques, qui disparaissent en modifiant légèrement le mode de réduction des observations. — M. **P. Salet** a constaté que la lumière émise par les protubérances solaires n'est pas polarisée, contrairement aux déductions des théories de Schmidt et de Julius.

2° Sciences physiques. — M. **H. Hergesell** présente les résultats de l'exploration de l'atmosphère libre au-dessus des régions arctiques. La décroissance de température est très lente jusqu'aux plus hautes couches atteintes (0°,48 pour 100 m.); l'humidité augmente rapidement avec la hauteur. Les courant aériens sont d'abord des courants locaux, surmontés ordinairement d'une couche stagnante, à laquelle succèdent des courants de circulation générale très vifs. — M. **L. Besson** donne une nouvelle théorie de l'anthélie, des paranthélies et des halos blancs de Bouguer et d'Helvélius, basée sur les assemblages polyédriques dans l'espace des cristaux prismatiques de neige décrits par M. Dobrowolski. — M. **M. de Broglie** a observé dans les gaz issus des flammes la présence de centres électriquement neutres, susceptibles de se charger sous l'influence des radiations du radium ou des rayons de Röntgen, en se transformant en centres chargés de faible mobilité analogues aux gros ions. — MM. **H. Buisson** et **Ch. Fabry** ont mesuré une série de longueurs d'onde dans le spectre du fer pour l'établissement d'un système de repères spectroscopiques. — M. **H. Abraham** a reconnu que, même avec le procédé d'amplification de M. Argyropoulos, la sensibilité du téléphone électrostatique polarisé reste très inférieure à celle du téléphone électromagnétique pour la transmission de la parole. — M. **G. Gain**, en combinant les bases alcalines avec l'acide hypovanadique en présence de l'acide sulfureux, a obtenu des sulfites doubles bien définis : $3(SO^2V^2O^4).SO^2K^2O.5H^2O$; $SO^2V^2O^4.2(SO^2.Rb^2O).2H^2O$; $5(SO^2V^2O^4).SO^2Na^2O.2H^2O$, etc. — M. **H. Pélabon** a étudié la fusibilité des mélanges de Se et Sb. Quand la teneur en Se est comprise entre 27 et 46 °/₀, le liquide de fusion est un mélange de PbSe et de Se. Par refroidissement, le séléniure se dépose d'abord et il reste une solution saturante de Se dans PbSe, qui se solidifie à 673° en se séparant de Se en excès. — M. **R. Lespieau**, en traitant par l'eau le dérivé magnésien du bromure d'allyle, a obtenu les éthers méthyliques des allyl- et propargyl-carbinols. — M. **Goris** a retiré des noix de kola fraîches un nouveau principe cristallisé, la *kolatine*, substance phénolique de formule $C^8H^{10}O^4$. Il disparaît pendant la dessiccation de la graine. — M. **A. Briot** : Sur la présure du figuier (p. 516).

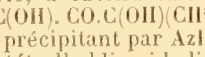
3° Sciences naturelles. — M. **J. Tissot** indique quelles sont les conditions physiologiques auxquelles doivent satisfaire les appareils respiratoires pour permettre sans danger le séjour et le travail de l'homme dans les atmosphères irrespirables. — M. **Marage** a déterminé le travail développé pendant la phonation et qui est exprimé par le produit VH du volume d'air qui s'échappe des poumons pendant un temps donné par sa pression. Les hommes, en particulier les voix de basse, se fatiguent beaucoup plus en parlant que les femmes et les enfants. — MM. **A. Desmoulières** et **A. Chatin** ont reconnu que l'action favorisante des eaux sulfurées sur le traitement mercuriel s'explique parce qu'elles augmentent la puissance solubilisatrice du sérum sanguin à l'égard des albuminates de mercure. — M. **M. Ringelmann** a mesuré le travail mécanique fourni par 26 paires de bœufs de la race d'Aubrac. Une paire de jeunes bœufs, n'ayant pas encore toutes leurs dents de remplacement, fournit en travail normal un effort moyen de 197 kilogs à une vitesse moyenne de 0,65 mètre par seconde. — M. **J. Pellegrin** a constaté que la gibbosité frontale, peu prononcée chez le *Ptychochromis oligacanthus*, atteint, au contraire, de grandes dimensions chez le *Phetsileanus* ; elle paraît transitoire et précéderait la période du frai. — M. **H. Coutière** a observé que la durée de la vie larvaire chez les Eucyphotes est extrêmement variable, chaque espèce différant de ses voisines sous ce rapport. — M. **P. Berthon** a fait un certain nombre d'observations qui sont contraires à l'hypothèse d'oscillations du rivage dans la baie du Callao, formulée par certains savants. — M. **G. Deprat** a étudié les manifestations volcaniques dans la région du Logoduro et du Campo d'Ozieri, en Sardaigne ; on n'y trouve pas moins de quinze cônes importants, avec de nombreuses coulées et bouches de sortie. — M. **J. Bergeron** conclut, de la continuité des dômes du terrain houiller dans le bassin de Saarbruck et dans celui de la Lorraine française, à la continuité d'allure de tout le houiller. — M. **R. Zeiller** a étudié les empreintes végétales fournies par les sondages houillers de Meurthe-et-Moselle. Il en déduit que les sondages de Pont-à-Mousson, Atton et Epply appartiennent à l'étage des charbons gras, ceux de Dombasle à la zone des flambants supérieurs, ceux de Lesménils à la zone des flambants inférieurs.

Séance du 3 Juin 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **C. Caratheodory** signale quelques applications du théorème de Landau-Picard. — M. **E. Goursat** présente ses recherches sur les invariants intégraux. — MM. **Loewy** et **P. Puiseux** montrent qu'il y a peu de raisons de croire que les volcans lunaires soient dus au bombardement de notre satellite par des corps détachés de la Terre en même temps que la Lune et qui seraient tombés sur cette dernière après la formation d'une croûte déjà épaisse.

2° Sciences physiques. — Le P. **Ed. El. Colin** a observé que la déclinaison magnétique à Tananarive a diminué de 9'16", par bonds successifs, de mai 1906 à avril 1907; l'inclinaison a diminué de 9'19" et la composante horizontale de 0,000.38. — MM. **H. Abraham** et **Devaux-Charbonnel** décrivent les modifications qu'ils ont apportées au galvanomètre à cadre mobile pour courants alternatifs de l'un d'eux, afin de l'utiliser à la détermination des amplitudes, de la puissance et des phases des courants téléphoniques. — M. **P. Sève** montre qu'en envoyant une force électromotrice alternative dans un condensateur, il chantera à l'octave aiguë du courant, tandis que l'adjonction d'un voltage continu le fait chanter à l'unisson. — M. **Wologdine**

présente un pyromètre enregistreur à plaque photographique fixe, propre surtout à déterminer les courbes de refroidissement et d'échauffement des corps. — M. G. D. Hinrichs décrit un appareil continu à pression constante pour la préparation de l'oxygène dans les cours et pour l'analyse. C'est un appareil de Kipp dans lequel on fait agir de l'eau oxygénée acidulée par H^2SO^4 sur de la pyrolusite. — Sir W. Ramsay annonce que, contrairement aux assertions de M. Lebeau, le gaz préparé par M. Prideaux est bien de l'hexafluorure de sélénium et non un oxyfluorure. — M. Em. Vigouroux, en faisant réagir $SiCl^4$ sur Ag, n'a obtenu aucune combinaison de Si avec Ag. Avec Cu, la limite de siliciuration par $SiCl^4$ en excès tend vers 2,7 °/₀, ce qui correspond au composé $Cu^{16}Si$. — MM. F. Bodroux et H. Taboury, en faisant réagir l'éthéro-iodure de Mg sur les éthers-sels des acides gras α-bromés, ont obtenu les éthers-sels des acides gras α-iodés correspondants. — M. J. Hamonet, en faisant réagir un éther formique HCO^2R sur le dérivé magnésien $RO(CH^2)^nMgX$, a obtenu un diéther $RO(CH^2)^nCHOH(CH^2)^nOR$, qui, traité par PCl^5, puis réduit, fournit un éther bi-primaire $RO(CH^2)^{2n+1}OR$. Il a préparé de cette façon le 1 : 7-diméthoxyheptane, Eb. 189°-190°. — M. L. Henry, en faisant réagir CH^3MgBr sur le mésoxalate d'éthyle, a obtenu la dioxyacétone tétraméthylée : $(CH^3)^2C(OH).CO.C(OH)(CH^3)^2$, F. 117°-118°. — M. A. Guyot, en précipitant par AzH^3 les solutions des sels des éthers tétralkyldiamidodiphénylglycoliques, a obtenu des éthers tétralkyldiamidodiphényl-amidoacétiques, ou leucauramines exocarboxylées. L'oxydation par le ferricyanure de K les transforme instantanément en auramines. — M. H. de Béville a étudié l'action des dérivés organomagnésiens sur les alkylidène-cétones cycliques. — M. H. Duval a constaté que, lorsqu'on diazote le diaminodiphénylméthanedicarbonate d'éthyle à température un peu élevée, le tétrazoïque formé réagit sur lui-même en donnant naissance à un composé bis-azoïque mixte :



$$C^2H^5CO^2.C^6H^3.Az:Az\ Az:Az.C^6H^3.CO^2C^2H^5,$$

F. 280° avec décomposition. — M. J. M. Albahary décrit une nouvelle méthode de séparation et de dosage des acides organiques dans les fruits et les légumes. — M. P. Carles a reconnu le fluor dans les coquilles des mollusques non marins. Le fluor est plus répandu qu'on ne le supposait dans les eaux de rivière et de marais ; il existe aussi dans les feuilles dont se nourrissent les escargots.

3° Sciences naturelles. — M. H. Vallée décrit, sous le nom de cuti-réaction, un nouveau procédé de diagnostic expérimental de la tuberculose : chez les animaux tuberculeux, le dépôt, sur une surface cutanée rasée et scarifiée, de quelques gouttes de tuberculine brute provoque, au bout de 24 heures, une réaction cutanée manifeste, nulle chez les animaux sains. — M. A. Mouneyrat a constaté que, sous l'influence de la ventilation que produit la pratique de l'automobilisme, le nombre des globules rouges et le taux de l'hémoglobine s'accroissent dans de grandes proportions, ainsi que les phénomènes de nutrition. — M. N. A. Barbieri a étudié la structure du névraxe après avoir détruit, par les solutions d'acides faibles, le conjonctif intramédullaire (névroglie). — M. P. Lesne a déterminé les parasites xylophages du Maniçoba : le principal est un Coléoptère curculionide du genre *Coelosternus* ; les galeries creusées par les larves sont quelquefois le point de départ des galeries d'un Scotylide du genre *Xyleborus*. — M. Ed. Heckel a observé, sous l'influence de la superfumure en pots, des phénomènes de mutation gemmaire culturale chez le *Solanum tuberosum*. — M. Gard a constaté, par l'étude anatomique, que le *Cistus Pouzolzii* est une espèce autonome. Le *C. Creticus* doit être rattaché au *C. sillosus*, le *C. candidissimus* au *C. vaginatus*. — M. Pauchet a reconnu que, toutes les fois qu'une anthère présentera une assise sous-épidermique non lignifiée, à éléments cellulosiques disposés comme chez le charme, le chêne et le hêtre, la déhiscence aura lieu en place. — M. E. Gourdon a étudié un microgranite alcalin recueilli sur la terre de Graham par l'Expédition antarctique Charcot. C'est une roche probablement filonienne d'un type fort rare, à ranger dans la catégorie des microgranites à aegyrine et riebeckite.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 4 Juin 1907.

M. le Président annonce le décès de M. M. F. Röll, correspondant étranger de l'Académie.

M. H. Benjamin présente un Rapport sur le concours pour le Prix Louis Boggio. — M. H. Hallopeau conclut d'une série de 120 observations que l'anilarsinate de soude exerce, comme l'a établi M. Paul Salmon, une action puissante sur l'agent infectieux de la syphilis et constitue un agent de traitement spécifique égal, sinon supérieur, à ses deux aînés. Les infections secondaires associées, de même que les deutéropathies syphilitiques, semblent lui être réfractaires. On arriverait probablement à guérir la syphilis par les injections d'anilarsinate de soude si l'on pouvait les renouveler assez longtemps à doses suffisantes; malheureusement, on est constamment arrêté, après un nombre variable de ces injections, par des accidents d'intolérance. On peut les éviter en limitant à un petit nombre les injections, n'employant les doses élevées que pour les deux premières, en espaçant les suivantes et en les arrêtant dès l'apparition des sensations anormales. — M. L. Jacquet donne lecture d'un mémoire sur le traitement simple de certaines dermatoses. — M. Wallich lit un travail sur l'étiologie de quelques albuminuries gravidiques. — M. Bar présente un mémoire sur l'épidermisation de l'épithélium de l'amnios dans l'oligo-hydramnie. — M. Bonnaire donne lecture d'un travail sur une série de 19 opérations césariennes, pratiquées à l'hôpital Lariboisière.

Séance du 11 Juin 1907.

MM. A. Chantemesse et Kahn montrent que l'hyperleucocytose provoquée par l'injection sous-cutanée de nucléinate de soude est particulièrement utile pour prévenir ou modérer l'évolution d'une péritonite ayant son point de départ dans l'infection des organes que recouvre la séreuse : péritonite spontanée ou péritonite provoquée par une intervention chirurgicale (appendicite, etc.). Même si elle ne guérit pas la péritonite aiguë, elle accroît les chances de succès d'une opération chirurgicale consécutive. — M J. Lucas-Championnière estime qu'il faut opérer le rein flottant et que l'opération est indiquée, non seulement par les phénomènes douloureux accompagnant un abaissement manifeste, mais surtout par les troubles nerveux et tous les phénomènes de déchéance. La gravité des troubles nerveux n'est pas une contre-indication, mais elle est une indication formelle à l'intervention ; même des cas d'aliénation ont été heureusement influencés par l'opération. — M. Maygrier donne lecture d'un mémoire sur l'élevage et la survie des prématurés nés à la Maternité de la Charité (1898-1907). — M. Ch. Moureu lit un travail sur les dégagements gazeux des sources thermales. — M. Béclère décrit un nouveau procédé de localisation des corps étrangers métalliques intra-oculaires : la stéréoradiographie avec repères cornéens.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 27 Mai 1907.

M. Lassablière a extrait des huîtres fraîches une substance qu'il nomme ostréo-congestine, car, injectée dans le sang des lapins, elle provoque la mort avec des phénomènes de congestion intense des organes. —

MM. L. Le Sourd et Ph. Pagniez ont observé que les hématoblastes purs, isolés du sang, sont susceptibles de provoquer la coagulation du fibrinogène des liquides d'hydrocèle. — MM. Léopold-Lévi et H. de Rothschild signalent quelques petits incidents qu'ils ont remarqués au cours du traitement thyroïdien et qui font partie de ce qu'on appelle communément le nervosisme. — MM. E. Jeanselme et Barbé ont trouvé 39 fois de la lymphocytose du liquide céphalo-rachidien sur 53 sujets syphilitiques examinés. La lymphocytose est extrêmement fréquente dans la céphalée et la roséole, mais non constante. — MM. Piquand et Dreyfus ont observé plusieurs cas d'albuminurie transitoire, au cours de l'anesthésie lombaire expérimentale par la stovaïne. — MM. M. Breton et G. Petit ont constaté, dès le début de la fièvre typhoïde, une diminution de l'index cytasique ou opsonisant du sérum, précédant l'apparition de la réaction agglutinante, qui en est d'ailleurs indépendante. — MM. H. Busquet et V. Pachon ont mis en évidence la nature tétanique imprimée à la contraction cardiaque par la vératrine; cette tétanisation provient de l'augmentation notable de l'excitabilité de la fibre musculaire. — MM. Sacquépée et Loiseleur ont reconnu qu'à l'état normal le sang de la circulation générale chez les animaux est presque toujours stérile, même pendant la période digestive. L'infection sanguine hétérogène expérimentale ne peut y être réalisée qu'exceptionnellement. — M. G. Lafon propose une méthode de dosage rapide du glucose par la liqueur de Fehling, avec addition d'une forte quantité d'alcali pour empêcher toute précipitation et maintenir la liqueur incolore. — M. E. Bataillon montre que la segmentation parthénogénésique chez les Anoures a pour stock chromatique initial la plaque équatoriale de la deuxième figure polaire. — M. M. Letulle communique ses recherches sur le carcinome plasmodial, qui constitue un exemple typique de parasitisme épithélial normal. — MM. G. Péju et H. Rajat ont étudié les réactions des bactéries vis-à-vis des matières colorantes : les unes restent indifférentes; les autres fixent énergiquement la couleur; d'autres, enfin, fixent la couleur et la détruisent. — M. G. Péju a observé deux abcès térébenthinés provoqués dans un but thérapeutique et qui contenaient de nombreux staphylocoques. — MM. L. Nattan-Larrier et A. Brindeau ont constaté qu'à l'état normal les parois utérines sont infiltrées de nombreux éléments cellulaires caractéristiques, dans lesquels il est facile de reconnaître des cellules plasmodiales, éléments d'origine fœtale. — M. F. Battelli et Mlle L. Stern montrent que, dans les muscles de bœuf ou de cheval, existent une ou plusieurs substances qui augmentent les combustions des muscles frais de lapin et de cobaye; ces substances se laissent extraire par l'eau. — M. E. Maurel étudie l'influence des principales voies d'administration sur la dose minima mortelle de sulfate de spartéine pour la grenouille et le lapin. — M. P. Remlinger conclut, d'expériences faites sur le chien et le lapin, que l'inoculation de virus fixe seul possède un pouvoir immunisant supérieur à celle du sérum antirabique ou du mélange virus-sérum. — MM. L. Alquier et L. Theuveny ont observé des altérations du foie et des reins consécutives aux ablations de la thyroïde et des parathyroïdes chez le chien. — M. Ch.-A. François-Franck a étudié, par la chronophotographie, les mouvements actifs et passifs des branchies flottantes respiratoires et locomotrices. — MM. H. Vaquez et Aubertin ont observé une hyperplasie médullaire des glandes surrénales chez un malade atteint de néphrite chronique avec hypertrophie considérable du ventricule gauche.

Séance du 1er Juin 1907.

MM. A. Gouin et P. Andouard ont constaté un abaissement des dépenses vitales chez les Bovidés au début de l'existence. — M. Ch. Remy signale un cas de trichinose chez un malade qu'il opérait pour un néoplasme de l'omoplate; la présence des kystes parasitiques n'a pas empêché les muscles de se réunir sans suppuration. — MM. M. Doyon, Cl. Gautier et A. Policard montrent que l'ablation du foie détermine chez la grenouille des lésions rénales très nettes, localisées au segment à bordure striée. — MM. Sacquépée et Loiseleur ont reconnu que le froid, la chaleur, le refroidissement et l'injection hypertonique sont quatre facteurs énergiquement favorisants de l'infection sanguine chez le cobaye, le lapin et le rat. — M. H. Vincent a également observé que l'hyperthermie et les solutions hypertoniques de NaCl favorisent certaines infections en diminuant la résistance de l'organisme. — M. E. P. Fortin est parvenu a observer la *fovea* par vision entoptique en agitant devant l'œil un disque opaque percé d'un trou sténopéique et en se servant d'un éclairage monochromatique bleu pur. — M. Ch. Porcher a constaté que le chromogène qu'on retrouve dans l'urine après administration d'éthylindol n'est pas un conjugué indoxylique vrai. — M. Ch. Hervieux montre qu'il n'y a pas lieu d'attribuer à l'indoxyle une réelle toxicité pour l'organisme. — M. H. Vaquez a reconnu que l'action du nitrite de soude sur la circulation est des plus variables suivant les sujets; la dose efficace est séparée de la dose dangereuse par un faible écart, ce qui constitue un réel inconvénient. — M. L. Camus a étudié les ferments solubles de l'agent vaccinal sur des solutions de vaccin; il n'y a trouvé qu'un ferment coagulant. — M. A. Combault a observé, chez l'*Heliodrilus Caliginosus*, que le sang chemine d'avant en arrière dans les quatre vaisseaux ventraux; de là, il gagne le vaisseau dorsal en fournissant les capillaires intestinaux et tégumentaires. — M. H. Piéron n'a pu mettre en évidence, dans le sang défibriné des animaux insomniques, l'existence d'une substance hypnotoxique, capable de reproduire nettement le besoin de sommeil quand on injecte ce sang à des animaux normaux. — MM. R. Legendre et H. Piéron ont constaté, après un sommeil réparateur, le retour à l'état normal des cellules nerveuses altérées par l'insomnie expérimentale. — M. R. Legendre montre que l'aspect des neurofibrilles intracellulaires peut varier beaucoup avec la méthode d'imprégnation employée. — MM. A. Gilbert et M. Herscher ont observé une polycholie accusée dans l'ictère grave, capable de produire une cholémie égale à celle réalisée par l'obstruction complète des voies biliaires. — MM. M. Garnier et L. G. Simon ont reconnu qu'une modification du régime alimentaire (régime carné chez le cobaye et le lapin) peut amener l'apparition de microbes intestinaux, surtout anaérobies, dans le sang. — MM. L. Lapicque et P. Girard ont constaté que la domestication des animaux a pour effet de diminuer le poids de l'encéphale. — MM. M. Loeper et J. Ficaï montrent que l'amylase urinaire est un ferment d'origine extra-rénale et la lipase urinaire un ferment d'origine rénale; la lipasurie notable indique la désintégration du parenchyme rénal. — M. G. Rosenthal a observé que le microbe anaérobie de reconstitution annule l'aérobisation et revient à la biologie anaérobie complète. — M. H. Roger a reconnu que le suc gastrique annihile rapidement l'action amylolytique de la salive et que la neutralisation du mélange ne permet pas au ferment de reprendre son action. Mais il suffit d'ajouter une trace de salive fraîche pour qu'une abondante saccharification se produise. — M. H. Iscovesco a constaté que la bile, qui contient des pigments électronégatifs, peut diffuser dans un mélange solide composé de gélatine, lécithine et ovalbumine. Cette diffusion peut être empêchée ou activée suivant le sens du courant que l'on dirige à travers ces milieux. — M. E. Guyenot montre que le nerf vague, à côté de son action ralentissante, possède une action antitonique sur le cœur, qui est limitée à la période diastolique. — M. L. Cruveilhier a reconnu que, de même qu'un sérum peut être actif sans renfermer de fixateur, un sérum peut contenir un fixateur sans posséder aucun pouvoir thérapeutique.

M. O. **Josué** est élu membre titulaire de la Société.

Séance du 8 Juin 1907.

M. E. **Guyénot** a reconnu que le pneumogastrique droit seul agit sur la fréquence du cœur en la ralentissant; les deux pneumogastriques diminuent le tonus du muscle cardiaque. — MM. M. **Loeper** et J. **Ficaï** montrent que la lipase est un produit de la cellule rénale; elle s'élève notablement dans la plupart des lésions rénales. — M. Al. **Carrel** a transplanté la cuisse d'un chien sur un autre chien; la circulation se rétablit dans le membre transplanté et les tissus se cicatrisèrent, mais l'animal mourut, entre temps, de septicémie. — M. E. **Maurel** a étudié l'influence des principales voies d'administration sur les doses minima mortelles de convallamarine pour la grenouille, le pigeon et le lapin. — M. L. **Tixier** montre que les ulcérations du pylore déterminées chez le lapin par l'action de HCl sont suivies d'une destruction importante des hématies. — MM. M. **Villaret** et L. **Tixier** ont observé que le liquide céphalo-rachidien après la mort renferme de nombreuses cellules épithéliales de revêtement appartenant aux plexus choroïdes. — MM. A. **Gilbert** et M. **Herscher** signalent l'existence, au cours de la colique de plomb, d'une polycholie accusée, contrastant avec l'atrophie au moins apparente du foie. — M. A. **Sicre** a constaté l'existence d'une sensibilisatrice spécifique dans le sérum des animaux immunisés contre le *Micrococcus melitensis* et dans le sérum des malades atteints de fièvre méditerranéenne; elle paraît être indépendante du pouvoir agglutinant. — MM. L. **Nattan-Larrier** et A. **Brindeau** montrent que les cellules géantes intermusculaires de l'utérus gravide sont des éléments migrateurs dérivés de l'ectoderme villositaire; la cellule plasmodiale dérive de la cellule de Langhans. — M. A. **Calmette** estime que l'intestin normal est perméable à beaucoup d'espèces microbiennes. Le sérum normal des animaux sains possède des propriétés nettement bactéricides à l'égard des microbes hôtes normaux de l'intestin de ces mêmes animaux. Les microbes pathogènes qui traversent l'intestin peuvent infecter l'organisme lorsqu'ils ne rencontrent pas une défense suffisante. — M. A. **Besredka** a reconnu qu'on peut empêcher ou, au moins, atténuer les accidents d'anaphylaxie : 1° en chauffant le sérum; 2° en faisant usage des narcotiques. — M. R. **Legendre** a étudié la disposition des neurofibrilles dans les cellules à noyau ectopique. — MM. **Sacquépée** et **Loiseleur** ont constaté que le même microbe qui, à l'état virulent, se trouve capable de réaliser chez l'animal normal une infection sanguine, perd cette propriété lorsqu'il se trouve avirulent. — M. E. **Fauré-Frémiet** montre que l'*Epistylis galea* est très voisin, par tous ses caractères anatomiques, de la *Campanella*. — Mlle A. **Drzewina** et M. G. **Bohn**, en faisant agir diverses solutions salines sur les embryons de *Rana temporaria*, après l'éclosion, ont reconnu que le stade pendant lequel se fait l'operculisation est une période critique, car alors apparaissent des monstruosités caractéristiques. — Mme L. **Lapicque** a observé que la strychnine exerce une action sur l'excitabilité du nerf moteur, accélératrice à dose faible, ralentissante à dose forte. — M. F. **Repiton** propose un procédé de dosage de AzH^3 basé sur sa combinaison avec l'aldéhyde acétique. — M. G. **Rosenthal** a reconnu que la sporulation aérobie du vibrion septique, du bacille d'Achalme et du bacille du tétanos crée des races nouvelles aérobies de ces germes, qui gardent les propriétés biologiques du germe anaérobie. — MM. E. **Brissaud** et **Bauer** ont observé, chez le lapin ictérique, une augmentation de la résistance des globules rouges. — MM. H. **Roger** et L. G. **Simon** ont constaté que la salive, momentanément annihilée par le suc gastrique, est capable, dans le duodénum, au contact du suc pancréatique, de collaborer activement à la saccharification de l'amidon.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 21 Mai 1907.

MM. **Alezais** et **Imbert** ont enlevé, chez un garçon de six ans, une tumeur précoccygienne à laquelle l'examen histologique conduit à attribuer une nature parasympathique. — M. A. **Briot** a constaté que la coagulation du lait frais par le suc de figuier est retardée ou empêchée par l'existence dans ce lait d'une antiprésure. La chaleur détruisant cet anti-ferment, le lait stérilisé se trouve de ce fait plus facilement coagulé que le lait frais. — M. C. **Gerber** montre que la cloison de la silique des Crucifères ne peut pas être considérée comme formée par la duplicature des régions latérales de deux carpelles vasculaires, ainsi que le voudrait la théorie de Celakowski. — Le même auteur a reconnu que l'arc libéroligneux renversé de l'*Aubrieta deltoïdea* a une double origine : sa région centrale provient de l'arc primitif valvaire, et ses parties latérales des arcs primitifs placentaires. — M. L. **Bordas** a étudié la structure des glandes cutanées ou glandes sternales des *Vespidae*. — M. L. **Perdrix** a déterminé la résistance des spores du *Bacillus subtilis* aux différentes températures dans une atmosphère saturée de méthanal. La désinfection d'un appartement par le méthanal est d'autant plus rapide que la température est plus élevée. — M. J. **Livon** a étudié le cordon ombilical dans la syphilis; on ne trouve pas de lésions spécifiques proprement dites.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 17 Mai 1907.

M. H. **Ollivier** : *Expériences de capillarité.* Les gouttes d'eau de moins de 10 mm. c. qui s'échappent d'un orifice percé dans une paroi enduite de cire, puis enfumée, sont de volume constant; elle ne présentent pas, comme les grosses gouttes, de ligament visible, ni de goutte satellite. Le ménisque restant en arrière est de volume négligeable; il n'y a plus à distinguer la goutte tombée de la goutte totale. Leur volume est donné par la loi de Tate corrigée de la pression hydrostatique; il diminue quand la durée de formation descend au-dessous de 1 ou 2 secondes. Toutes les complications qu'on rencontre dans l'étude des gouttes disparaissent par l'emploi des petites gouttes. 1° *Propriétés nouvelles des petites gouttes.* La formation des gouttes à un orifice très petit et non mouillé présente deux périodes : une période d'attente Θ_1, après laquelle la goutte perle brusquement; une période de grossissement lent Θ_2, après laquelle la goutte tombe. $\Theta_1 = 0$ si l'appareil est rigide et sans fuite. Si le liquide est en contact avec un corps élastique de volume v, Θ_1 est proportionnel à v et au coefficient d'élasticité du corps. On met ainsi en évidence non seulement la compressibilité des gaz, mais encore celle des liquides et des solides. On peut, par exemple, mesurer par ce procédé le coefficient de compressibilité de l'eau, comprimée par la pression capillaire d'une petite goutte. 2° *Phénomènes de rejaillissement.* Une goutte d'eau qui frappe une surface solide ne rejaillit que dans un seul cas : celui où la surface n'est pas touchée par l'eau (surface enduite de noir de fumée, d'anhydride arsénieux, etc.). Pour les petites gouttes, le phénomène se réduit à une subdivision de la goutte en deux gouttelettes, dont la plus petite est projetée très haut, suivant la direction de la normale. Le phénomène est régulier; les gouttes projetées suivent des trajectoires toujours les mêmes, indépendantes de la nature de l'enduit pulvérulent. On peut s'en servir pour apprécier de faibles changements dans la composition des liquides de grande tension superficielle. Pour une hauteur de chute donnée, la hauteur atteinte par la goutte qui rejaillit donne la valeur de la tension superficielle vraie, et non pas celle que l'on mesure par les méthodes statistiques : la différence est très notable avec les solutions colloïdales (oléates). Quand on fait varier la hauteur de

chute, la hauteur de rejaillissement passe par une série de maxima et de minima qui correspondent aux espaces parcourus par la goutte pendant les périodes successives de sa vibration. 3° *Chronophotographies.* Les chronophotographies représentant le choc des gouttes sur les surfaces enfumées, sur les surfaces enduites de cire et sur l'eau, montrent, dans le cas du rejaillissement régulier sur le noir de fumée : 1° l'aplatissement de la goutte, d'abord par gradins, puis complet; 2° l'afflux de liquide vers l'axe de la goutte et la production d'un jet central qui entraîne toute la goutte; 3° le découpage, par la tension superficielle, du cône soulevé en sphérules dont la première, animée d'une plus grande vitesse, se détache; 4° la vibration du reste de la goutte. Dans le cas de l'eau tombant sur la cire, le rejaillissement est empêché par l'adhérence normale de l'eau à la cire. Le rejaillissement de l'eau sur l'eau se complique généralement du phénomène des gouttes roulantes. — M. **Pierre Sève** rappelle qu'une flamme de gaz d'éclairage convenablement réglée constitue un manomètre très sensible qui a déjà été employé en particulier par M. Rubens et par M. Been. Un tube en T reçoit du gaz par sa tubulure centrale. Le gaz s'échappe librement à l'un des orifices et est enflammé à l'autre. On règle l'inclinaison de l'appareil pour obtenir une grandeur de flamme facilement reconnaissable (partie éclairante minimum par exemple). Le niveau inférieur du tube est presque déterminé à 1 mm. près. Une surpression à l'orifice non allumé se traduit par une variation de la longueur de la flamme; on peut compenser cette surpression en abaissant l'extrémité allumée. De cette dénivellation et de la connaissance des poids spécifiques de l'air et du gaz d'éclairage, on déduit la surpression. La sensibilité de ce manomètre (le millimètre d'air) est comparable et peut-être supérieure à celle de l'appareil à xylène de Töpler ou du manomètre à deux liquides (Krebs, M. Le Chatelier). En plaçant l'orifice non allumé dans l'entrefer d'un électro-aimant donnant un champ H, on peut ainsi mettre en évidence et même mesurer la susceptibilité K de l'air (celle du gaz est négligeable) par suite de la surpression $\frac{KH^2}{2}$ qui se produit quand on excite l'électro. L'orifice enflammé doit être abaissé de 2 cm. environ pour 10.000 gauss. On peut opérer sur l'oxygène ou sur un autre gaz à l'aide d'une cuve convenable entourant les pièces polaires, ouverte par le haut et traversée par un courant du gaz considéré. M. Sève montre ainsi que l'oxygène est 5 fois plus magnétique que l'air et que le gaz carbonique ne l'est sensiblement pas.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 17 *Janvier* 1907.

MM. **E. F. Bashford, J. A. Murray** et **W. Cramer** présentent leurs recherches *sur la résistance naturelle et induite des souris à la croissance du cancer.* Ils ont constaté que les souris chez lesquelles un carcinome à l'état de développement a été absorbé spontanément peuvent être complètement protégées contre l'inoculation subséquente de la même tumeur et, à un degré moindre, contre celle d'autres tumeurs. De la même façon, l'immunité suit l'absorption de tumeurs après exposition au radium. La protection peut être induite — ou, quand elle existe naturellement, renforcée — par l'inoculation d'un fragment de tumeur quand aucune croissance ne s'est produite. Cette protection est spécifique et ne peut être induite chez les souris que par inoculation de tumeurs de la souris. La protection peut être également induite par l'inoculation de tissus normaux de souris, en particulier du sang. — M. **Ch. Bolton** a étudié la *pathologie de l'hydropisie produite par l'obstruction des veines caves supérieure et inférieure et de la veine portale.* Il montre que l'hydropisie se produit quand les veines et les capillaires sont distendus et quand le sang coule avec une vitesse réduite, et elle dépend probablement entièrement d'un état d'altération des parois des vaisseaux et non d'une altération de la nutrition des tissus. L'augmentation de pression capillaire ne joue aucun rôle dans la production de cet œdème, non plus que la pression artérielle, qui peut être normale ou inférieure à la normale. — M. **C. C. Dobell** présente ses observations sur le cycle évolutif de l'*Adelea ovata* A. Schn., parasite de l'intestin du *Lithobius forficatus.* Il a également découvert, chez le même animal, une nouvelle Grégarine.

Séance du 31 *Janvier* 1907 (*fin*).

MM. **H. B. Dixon** et **L. Bradshaw** ont étudié *l'explosion du gaz électrolytique pur* par l'analyse photographique de la flamme explosive dans le gaz sec et humide. Pour autant qu'on peut en juger d'après la nature de la flamme, les expériences montrent que l'absence de vapeur d'eau n'influe pas sur l'explosion d'un mélange d'oxygène et d'hydrogène une fois que la flamme a été allumée par une étincelle. — M. **L. Bradshaw** : *L'allumage des mélanges gazeux par compression.* Dans les expériences précédentes sur l'explosion du gaz électrolytique, l'auteur a observé un nouveau phénomène : il consiste en une onde lumineuse, partant d'une extrémité du tube à explosion, et s'avançant à la rencontre de la flamme explosive qui jaillit de pointes métalliques au milieu du tube. L'auteur attribue cette inflammation spontanée du gaz à une onde de compression qui se meut, d'après les mesures prises, avec une vitesse à peu près égale à celle d'une onde sonore. — M. **W. N. Hartley** : *Sur la thermo-chimie des spectres de flammes à des températures élevées.* 1° Les oxydes de calcium, de strontium et de baryum ne sont pas dissociés par la chaleur seule, parce qu'ils ne présentent pas de spectre dans une flamme d'oxyde de carbone; 2° Ils sont réduits par l'action combinée de la chaleur et de l'hydrogène dans la flamme oxyhydrique et par l'action du cyanogène dans la flamme du cyanogène; 3° La coloration de la flamme est due au métal, parce que non seulement le spectre de flamme de la chaux est exactement le même que celui du calcium, mais aussi les chaleurs de formation de CaO, SrO et BaO ont presque la même valeur, et que là où l'oxyde de calcium peut être réduit, les autres oxydes pourraient, par conséquent, subir une réduction identique. Que le composé de strontium ou de baryum dans la flamme soit un sulfure ou un oxyde, le même spectre se produit; mais on n'est pas certain que le sulfure de baryum ne soit pas converti en oxyde par la vapeur d'eau de la flamme. L'explication, donnée par Lenard, de la coloration de la flamme par les sels alcalins semble ne pas être applicable à la coloration de la flamme de l'oxyde de carbone par les sels haloïdes des métaux alcalino-terreux.

Séance du 21 *Février* 1907.

MM. **G. A. Buckmaster** et **J. A. Gardner** : *La détermination du chloroforme dans le sang des animaux anesthésiés.* Les auteurs arrivent aux conclusions suivantes : 1° La méthode de détermination du chloroforme basée sur la réaction de Dumas, quoique ne possédant pas un haut degré de précision, est cependant suffisamment exacte pour la plupart des besoins pratiques; telle qu'elle a été employée par M. Nicloux, elle est simple et rapide, et capable de donner des résultats satisfaisants pour la détermination de petites quantités de chloroforme dans l'air ou en solution simple, comme dans l'urine. 2° Dans le cas où le sang des animaux anesthésiés a été coagulé avant le mélange avec l'alcool acide, les résultats donnés par la méthode de Nicloux sont uniformément trop faibles. 3° Si la coagulation a été empêchée par l'oxalate, les résultats se rapprochent de la vérité, tout en étant encore un peu faibles. 4° Il est probable que la méthode de Nicloux donne des résultats trop faibles quand on l'applique aux organes ou tissus qui ne se désintègrent pas quand on les fait

bouillir avec l'alcool acide. — M. **Percy Groom** : *La symétrie longitudinale chez les Phanérogames.* Ce Mémoire décrit une méthode graphique pour relever les distances longitudinales qui séparent les membres des plantes et donne les résultats obtenus par cette méthode, comme suit : Sur un papier quadrillé, les entrenœuds successifs (ou autres segments) sont enregistrés comme ordonnées successives, et la courbe qui en résulte est appelée la courbe des entrenœuds (ou autre courbe). Dans une plante type, la courbe des entrenœuds de l'axe principal est une courbe régulièrement ascendante-descendante, tandis que celles des branches successives, en commençant à la base de la plante, changent plus ou moins complètement et graduellement de cette courbe complète en une courbe purement descendante. Ces courbes d'entrenœuds sont inhérentes aux diverses espèces, quoique capables de modifications sous des conditions extérieures variables. Chez les Chénopodiacées à feuilles alternes, la courbe des entrenœuds présente invariablement une forme en zigzag périodique, et en réunissant les ordonnées alternes, elle peut être divisée en deux « sous-courbes » qui sont fréquemment non synchrones comme période. Les deux sous-courbes de l'axe principal sont du type ascendant-descendant, tandis que celles des branches successives, tracées à partir de la base, changent plus ou moins dans la forme purement descendante. Des deux sous-courbes une est la « sous-courbe des entrenœuds » et l'autre est « la sous-courbe de déplacement ». L'auteur donne des preuves en faveur de l'hypothèse que la phyllotaxie originale des Chénopodiacées est opposée, que la sous-courbe d'entrenœud représente une modification de la courbe d'entrenœud originale et que la sous-courbe de déplacement représente une série de segments intercalés, enregistrant les distances jusqu'auxquelles les feuilles simples ont été déplacées de la disposition opposée originale. Cette hypothèse est confirmée par le fait qu'une courbe de déplacement identique est formée en enregistrant les hauteurs des branches successives au-dessus de leurs feuilles sous-tendantes chez certaines Borraginées. On prouve aussi que les Borraginées ont probablement des feuilles opposées et que, chez le *Solanum Dulcamare*, les déplacements familiers de la feuille le long de la tige sont dissimulés par d'autres placées au-dessous. — Mlle **M. Wheldale** présente ses recherches sur l'hérédité de la coloration des fleurs chez l'*Antirrhinum majus*.

Séance du 7 Mars 1907.

M. **A. Mallock** a recherché une expression qui représente d'une façon générale *la résistance de l'air*. Il arrive à la conclusion que la résistance d'un corps se mouvant dans un gaz compressible peut être représentée par une somme de trois termes : 1° la pression positive sur l'avant ; 2° la pression négative sur l'arrière ; 3° la force nécessaire pour engendrer les ondes gazeuses qui accompagnent le corps. Il arrive à deux formules pour les projectiles à pointe et à avant plan qui concordent assez bien avec les résultats de l'expérience. — M. **J. T. Bottomley** communique un certain nombre d'expériences faites sur des électroscopes à feuilles d'or dans lesquels on a fait le vide et qui montrent que les variations de la température extérieure exercent un effet mécanique sur les feuilles, effet dont la cause exacte n'a pu être encore élucidée. — M. M. **W. Travers** a étudié l'absorption de l'eau par le coton et la laine soigneusement desséchés. En portant en abscisses les quantités d'eau absorbées et en ordonnées les pressions, on obtient des courbes concaves du côté des ordonnées, contrairement aux résultats de Trouton. — MM. **R. S. Hutton** et **J. E. Petavel** ont étudié *les réactions du four électrique sous de hautes pressions gazeuses*. La formation du carbure de calcium dans une atmosphère de CO à la tension de 760 millimètres ne diminue pas d'une façon appréciable le rendement. Si le carbure est refroidi dans une atmosphère de CO, une réaction inverse a lieu au point de solidification, mais elle est limitée à la surface du lingot. L'aluminium métallique peut être produit au moyen d'Al^2O^3 et C par une réaction purement thermique; la température la plus basse à laquelle cette réaction ait lieu coïncide avec le point de fusion de l'alumine ; le métal est d'abord produit sous forme de vapeur.

Séance du 14 Mars 1907.

M. **A. E. H. Love** étudie *la stabilité gravitationnelle de la Terre*. Il y a des raisons dynamiques de croire que la lithosphère s'est consolidée suivant un certain type de forme, et que sa forme actuelle est approximativement de ce type. Il paraît donc probable que la forme n'a pas changé beaucoup, mais que la plupart des changements qui ont eu lieu dans la consolidation sont de la nature d'ajustements de la figure à des conditions dynamiques changeantes. — M. **T. H. Laby** a déterminé *l'ionisation totale de divers gaz par les rayons de l'uranium*. L'oxyde U^3O^8 a été choisi comme source de rayons α. L'auteur a obtenu les valeurs suivantes pour l'ionisation totale, celle de l'air étant prise comme unité : Az^2O, 0,99 ; AzH^3, 0,90 ; CO^2, 1,03 ; C^2H^2, 1,27 ; C^5H^{12}, 1,345 ; CH^3CHO, 1,05 ; $(C^2H^5)^2O$, 1,29 ; CH^3Br, 1,02 ; C^2H^5Cl, 1,18 ; SO^2, 0,94. Si l'on compare ces valeurs avec celles qu'a obtenues M. Bragg pour l'ionisation due aux rayons α du radium, on constate une concordance remarquable. Ces valeurs vérifient également les hypothèses de Kleeman et de Bragg, d'après lesquelles l'ionisation moléculaire spécifique (ionisation par unité de volume) est une propriété atomique additive et est approximativement proportionnelle au volume de la molécule ionisée. — M. **R. D. Kleeman** a étudié *l'ionisation de divers gaz par les rayons* α, β et γ. Pour les rayons α, les nombres trouvés par l'auteur sont à peu près identiques à ceux de la communication précédente. Si l'ionisation est bien une quantité additive, la quantité d'énergie nécessaire pour faire un ion d'un atome de ces différents gaz est indépendante de la combinaison chimique. Les particules α dépensent la moindre quantité d'énergie pour ioniser les atomes de soufre et la plus grande quantité pour ioniser ceux d'azote. L'ionisation totale due aux rayons γ est la suivante, celle de l'air étant toujours prise comme unité : Az^2O, 1,01 ; CO^2, 1,03 ; C^5H^{12}, 1,81 ; CH^3CHO, 1,42 ; $(C^2H^5)^2O$, 1,47 ; CH^3Br, 1,16 ; C^2H^5Cl, 1,42 ; CS^2, 1,39 ; O^2, 1,04. L'ionisation produite par les rayons β est presque exactement la même que celle que produisent les rayons γ ; ces deux ionisations sont également des propriétés additives. — M. **Francis Gotch** : *Les enregistrements par l'électromètre capillaire des changements électriques pendant le battement naturel du cœur de grenouille*. Voici les principaux points communiqués dans ce mémoire : 1° Les changements électriques pendant l'activité rythmique naturelle du cœur de grenouille, lorsqu'il est conservé *in situ* et alimenté de sang, ressemblent dans tous les points essentiels à ceux qui ont été observés par Walter, Starling, Bayliss, Einthoven, etc., dans le cœur des Mammifères, mais ne correspondent pas avec ceux qu'ont observés Engelmann, Burdon-Sanderson, etc., dans le cœur de grenouille excisé et excité artificiellement ; 2° Le caractère plus prolongé de l'activité du cœur de grenouille et la facilité avec laquelle la place d'un changement quelconque peut être déterminée prouvent clairement que le trait spécial du battement naturel est l'existence de deux variations électriques principales de même signe ; 3° Ce fait peut s'expliquer parce que le premier changement ou « changement de base » est plus prolongé et d'une amplitude plus grande que le « changement de sommet » ; 4° L'augmentation d'amplitude du changement de base est principalement causée par le fait que, quoique le changement de base se produise le premier, l'ensemble de la base n'y participe pas entièrement, la partie environnant la naissance de l'aorte restant en repos jusqu'à ce que l'activité se soit transmise au

sommet; cette partie aortique, devenant alors active, produit l'effet terminal; 5° Chaque onde de contraction, partant ainsi de la jonction auriculo-ventriculaire, se propage au sommet et retourne du sommet à la partie de la base qui environne la sortie de l'aorte; de là, elle se répand jusqu'au bulbe aortique; à 15° C. la vitesse de propagation est d'environ 130 millimètres par seconde, c'est-à-dire que 6/100 de seconde après le premier changement de base, un changement de sommet est perceptible, et 6/100 de seconde après celui du sommet, on observe un second changement de base aortique; 6° L'onde de retour se manifeste lorsque le cœur est distendu par le sang, et elle est associée avec la persistance de la condition tubulaire primitive du cœur qui prévaut dans le cœur du crapaud; 7° L'onde de retour se révèle dans les enregistrements sous forme d'un double renversement de la condition électromotrice du contact de toute la base; elle est d'abord galvanométriquement négative (activité de base), puis tout à coup positive (activité de sommet), et ensuite encore soudainement négative (seconde partie aortique de l'activité de base). Ces faits sont confirmés par des enregistrements faits dans des conditions variées, comprenant des altérations de température locales, des lésions locales et des changements de position des contacts de l'électromètre.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 24 Mai 1907.

M. **A. Campbell** a mesuré l'inductance mutuelle à l'aide d'un galvanomètre à vibration par la méthode de Carey Foster, qui compare cette inductance à une capacité, mais en la modifiant légèrement par l'addition d'une résistance en série dans la branche du condenseur. Cette modification laisse inaltérée la formule $M = KRr$, qui donne l'inductance en fonction de la capacité K (en farads) et des résistances R et r. L'auteur présente un galvanomètre à vibration d'un nouveau type, qui possède une bobine mobile contrôlée par une suspension bifilaire ajustée. — MM. **W. Wilson** et **W. Makower** ont observé qu'après avoir équilibré l'ionisation produite par les rayons α du radium C par celle que produisent les rayons β et γ plus pénétrants, au bout d'un certain temps les deux ionisations ne sont plus exactement égales. Cet effet est attribuable aux rayons β de faible mobilité émis par le radium B présent avec le radium C et dont la période de décroissance est différente. — M. **S. G. Brown** présente des appareils de relai pour les longs câbles télégraphiques sous-marins.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 16 Mai 1907.

MM. **W. Barlow** et **W. J. Pope** montrent qu'il n'existe que deux assemblages compacts homogènes simples de sphères, l'un possédant la symétrie cubique holoédrale, l'autre la symétrie hexagonale holoédrale avec le rapport axial $a:c = 1:0,8165$. Les assemblages homogènes compacts de deux ou plusieurs espèces de sphères se rapprochent de l'un ou l'autre de ces types ou d'une combinaison des deux. Toutes les formes cristallines connues présentées par les éléments peuvent être interprétées au moyen de ces principes géométriques. — M. **J. Hubner** a étudié quantitativement l'absorption des matières colorantes basiques, acides et directes par le coton, la laine et la soie à diverses températures, et l'a comparée à celle du charbon de bois, du graphite, de la terre de Chine et du noir de fumée. Les fibres animales se comportent vis-à-vis des colorants comme le charbon de bois, tandis que le coton se comporte comme le graphite. Ces deux derniers sont pratiquement inaffectés par les colorants acides, à froid et à chaud, tandis que la laine ou le charbon de bois les absorbent. — MM. **J. J. Sudborough** et **E. R. Thomas** ont déterminé les constantes d'éthérification des acides acryliques substitués; l'existence d'une double liaison en position αβ diminue la vitesse d'éthérification. — MM. **J. J. Sudborough** et **G. Williams** ont constaté que les deux acides α-bromocinnamiques, traités par Br, donnent le même acide ααβ-tribromo-β-phénylpropionique, F.151°-152°, tandis que les deux acides β fournissent le même acide αββ-tribromo-β-phénylpropionique, F.146°-147°. — MM. **J. J. Sudborough** et **J. Thomas** ont étudié l'addition du brome aux acides oléfiniques à 15° en solution de CCl^4. Les acides ayant la double liaison en αβ ne réagissent que lentement à l'obscurité; la lumière solaire accélère la réaction. Les autres acides réagissent en quelques minutes. — M. **J. J. Fox** propose une méthode de séparation du Cd et du Zn, basée sur la précipitation du premier à l'état de sulfure en présence d'acide trichloracétique. — MM. **J. B. Cohen** et **W. E. Cross** expliquent comme suit le mécanisme de la bromuration des composés acylaminés : $CH^3.C^6H^4.AzH.COCH^3 \rightarrow CH^3.C^6H^4.AzBr^2H.CO.CH \rightarrow CH^3.C^6H^4.AzBr.COCH^3 \rightarrow CH^3.C^6H^3Br.AzH.COCH^3$. — M. **G. D. Lander**, en traitant par les alkyloxydes de Na les chlorures d'amide des oxanilates de méthyle et d'éthyle, a obtenu les anilido-semi-ortho-oxalates triméthylique et triéthylique, F.80°-82° et 69-70°,5. — MM. **W. H. Perkin jun.** et **R. Robinson**, en condensant l'*o*-hydroxybenzaldéhyde avec l'acétophénone ou l'hydrindone, ont obtenu des dérivés du 1 : 4-benzopyranol, voisins de certains dérivés de la brésiléine et de l'hématéine. — MM. **J. T. Hewitt** et **Th. F. Winmill** ont préparé le diiodure d'arsenic et reconnu par l'ébullioscopie dans CS^2 qu'il possède la formule As^2I^4. — M. **F. J. Thorpe** a constaté que le γ-imino-α-cyano-γ-phénylbutyrate d'éthyle, traité par H^2SO^4 concentré froid, se condense en 1 : 4-naphtylènediamine-3-carboxylate d'éthyle. L'acide correspondant, chauffé à 200° dans un courant d'H, donne la 1 : 4-naphtylène-diamine. — M. **S. J. M. Auld** a observé que tous les pseudo-acides contenant le groupe CO.AzH donnent avec le mercure des sels mercuri-acides, formant eux-mêmes des sels alcalins. — MM. **J. B. Cohen** et **H. J. Hodsman** ont constaté que, parmi les nitro- et chloronitrotoluènes, ceux qui contiennent le groupe nitro en ortho sont le moins rapidement oxydés, tandis que ceux qui le renferment en para sont le plus oxydés; les composés méta occupent une position intermédiaire. — M. **R. E. Slade** a reconnu que la magnésie peut être réduite par le carbone à une température inférieure au point d'ébullition de la magnésie. — MM. **R. H. Pickard** et **J. Kenyon**, en traitant le *p*-nitrotoluène par un halogénure organo-magnésien, ont obtenu un composé jaune qui est décomposé par les acides avec formation de *p*-nitrosotoluène, *p*-tolylhydroxylamine, *pp'*-azoxytoluène et *p*-toluidine. — M. **T. S. Moore** présente une méthode pour la détermination de l'équilibre en solution aqueuse des amines, pseudo-acides et bases, et lactones, basée sur la mesure de la répartition de la substance entre l'eau et un autre solvant. Il applique les résultats à la détermination des constantes d'ionisation vraie et d'hydratation de la pipéridine, de l'ammoniaque et de la triéthylamine.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 13 Mars 1907.

M. **W.-C. Williams** communique les *analyses d'un certain nombre de rhums de la Jamaïque.* Voici la composition moyenne d'un rhum ordinaire : alcool, 79,1 °/₀ en volume; solides totaux, 0,43 gr. par 100 cc.; acides totaux, 78,5 gr. par 100 l. d'alcool; acides volatils, 61 gr. par 100 l.; éthers 366,5 gr. par 100 lit.; alcools supérieurs, 98,5 gr. par 100 l.; furfural, 4,5 gr. par 100 l.; aldéhydes, 15,3 gr. par 100 l. Le rhum « parfumé », qui est le résultat d'une fermentation spéciale et qui est employé seulement pour des coupages, contient en moyenne plus du double d'éthers. — M. **F. Bale**

signale un nouveau procédé pour le traitement des résidus des salines, qui contiennent généralement 88 °/₀ de NaCl, 10 °/₀ de gypse et 2 °/₀ de sulfate de Na et Mg. Il consiste à les faire bouillir avec 4 fois leur poids d'eau, ce qui les dissout complètement en laissant une solution saturée de sel et un dépôt de gypse.

Séance du 10 Avril 1907.

M. **W.-F. Reid** indique que, malgré la production relativement abondante du caoutchouc à notre époque, on a trouvé intérêt à régénérer le caoutchouc des objets hors d'usage (pneumatiques, semelles, etc.) pour l'employer de nouveau dans l'industrie. Cette production de caoutchouc régénéré atteint 10.600 tonnes par an aux Etats-Unis; elle est aussi très importante en Angleterre. Ce caoutchouc régénéré est de qualité inférieure à celle du caoutchouc naturel.

SECTION DE LONDRES

Séance du 8 Avril 1907.

M. **H. de Mosenthal** a étudié quelques *propriétés du coton et du coton nitré* (cellulose et nitrocelluloses). En lumière polarisée, la couleur observée passe du blanc au jaune, à l'orange, puis au bleu à mesure que la nitration est plus élevée. La densité, qui est de 1,61 pour la cellulose du coton, augmente légèrement avec la nitration : 1,67 et 1,66 pour les di et trinitrocelluloses. L'indice de réfraction diminue un peu avec la nitration. Enfin, la nitrocellulose en solution est douée d'un pouvoir rotatoire droit. — MM. **E.-A. Mann** et **T.-N. Kirton** communiquent les analyses de quelques eaux-de-vie naturelles et falsifiées.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 8 Février 1907.

M. **W.-F.-A. Ermen** propose la méthode suivante pour l'*examen des amidons commerciaux* : L'amidon est mis en suspension dans l'eau froide, puis on y ajoute rapidement une solution à 10 °/₀ de NaOH et on agite continuellement jusqu'à ce que la solution commence à s'épaissir. On mesure alors sa viscosité, qui est caractéristique pour chaque sorte d'amidon.

Séance du 5 Avril 1907.

M. **W.-B. Hart** a étudié l'*influence de la condition physique et de la composition chimique du plomb commercial sur sa durée dans les chambres de concentration de l'acide sulfurique*. Un état physique défectueux du plomb peut provenir d'une mauvaise fusion ou d'un excès de pression dans le laminage des feuilles. Il se traduit soit par une mauvaise structure, avec joints de cristaux développés, par où peuvent se produire des fuites; soit par une rupture de l'arrangement moléculaire, produisant une surface plus attaquable par l'acide. Une composition chimique défectueuse résulte de la présence d'impuretés, qui agissent : 1° physiquement, par la formation d'alliages très fusibles (surtout avec Bi et Sn), sources de perforation locale du plomb; 2° chimiquement, par augmentation d'action de l'acide sur le plomb; la présence de Sb est particulièrement à redouter, tandis que Cu, As et Ag ont peu d'effet.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 22 Mars 1907.

M. **E. C. Worden** a déterminé la *solubilité du permanganate de potassium*. Voici quelques valeurs trouvées : 4° C., 3,15 °/₀ ; 10°, 4,21 ; 20°, 6,11 ; 30°, 8,31 ; 40°, 11,14 ; 50°, 14,35 ; 60°, 18,03 ; 70°, 22,24 ; 75°, 24,44. — M. **H. S. Riederer** propose une *méthode de traitement pour les plaies chromiques*, fréquentes chez les ouvriers des fabriques de chromates et bichromates ; elle se produisent partout où une petite quantité de ces composés peut entrer sous la peau, et s'étendent considérablement en devenant très douloureuses. En les lavant avec une solution de bisulfite de soude à 5 °/₀, celui-ci réduit l'acide chromique à l'état d'hydrate de chrome, qui est inoffensif, et la plaie guérit rapidement. Cette méthode a été employée avec succès dans plusieurs fabriques.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 26 Mars 1907.

MM. **J. Golding** et **H. B. Hutchinson** ont étudié la *culture de la betterave à sucre dans la région du Midland* (*Angleterre*). Les engrais artificiels contenant de l'azote, de la potasse et des phosphates, tout en maintenant la qualité de la racine, ont augmenté le rendement en sucre par acre. Des quatre variétés essayées, la variété Kleinwanzleben a fourni le plus haut rendement en sucre. Les terres grasses et fermes conviennent le mieux à la culture de la betterave, tandis que les sols tourbeux sont tout à fait impropres. La meilleure distance entre les racines a été de 36 à 48 cm.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 22 Mars 1907 (fin).

M. **W. Biegon von Czudnochowski** présente une contribution à l'histoire de nos connaissances relatives à l'ionisation des gaz. Il fait remarquer que, contrairement à l'opinion courante, il existe un certain nombre d'observations, antérieures aux recherches de Coulomb, sur la déperdition de l'électricité, et qui font ressortir les caractères essentiels de l'ionisation d'une façon bien plus frappante que les expériences de ce savant. Certains phénomènes ont même été, dès l'origine, expliqués d'une façon bien en harmonie avec nos connaissances actuelles. C'est ainsi que Priestley, dès 1767, décrivait une expérience de Nollet, suivant laquelle le fer incandescent décharge, à la chaleur blanche, les corps positivement chargés. M. J. Cavallo (en 1779) signale des expériences analogues et montre que le métal incandescent, étant approché d'un éclateur, y déclanche des étincelles, — la charge restant égale, — pour des distances plus grandes des électrodes que le métal froid ou le verre incandescent. L'approche d'une flamme produit les mêmes effets, tandis que la lumière du Soleil, concentrée par un miroir concave, reste inefficace. Comme enfin ces effets sont détruits par l'interposition, entre le corps incandescent et l'éclateur, d'un morceau même extrêmement mince de verre ou de toute autre substance, ces observateurs anciens émettaient l'opinion que la décharge était due à une « émanation » rendue par la flamme ou le corps incandescent. D'autre part, une lettre de Benjamin Franklin, adressée, le 1er septembre 1747, à M. P. Collinson, décrit les décharges produites par la lumière d'une bougie ou celle d'un corps incandescent, mais jamais sous l'action de la lumière du Soleil concentrée par un miroir. L'auteur vient de répéter l'expérience de Franklin, qu'il trouve illustrer d'une façon très frappante et fort commode tous les phénomènes caractéristiques de l'ionisation par les corps incandescents. — M. **Br. Glatzel** décrit les mesures qu'il vient de faire dans les circuits oscillatoires. Les méthodes indiquées par l'auteur sont destinées à éliminer les effets nuisibles des fluctuations d'énergie. Bien qu'il s'agisse en premier lieu de mesures de capacités, même minimes, on étend sans peine aux mesures de self-inductions les méthodes imaginées par l'auteur et qui se basent sur des dispositifs différentiels utilisant la résonance. — M. **H. Starke** décrit un appareil de démonstration des différences de phases de deux courants alternatifs. L'axe de l'alternateur (ou, de préférence, celui d'un petit moteur synchrone actionné par ce dernier) porte un disque de carton noir d'un diamètre d'environ 15 à 20 centimètres, sur lequel on a collé une bande radiale étroite de papier blanc. Dans le cas d'un éclairage continu, ce disque présente une coloration uniformément blanche. Lorsque, au contraire, cet éclai-

rage est remplacé par des éclairs lumineux intermittents, se produisant avec l'alternance même du courant (de façon que chaque éclair coïncide avec la fin d'une période entière), le rayon blanc sera vu immobile. Cet éclairage alternatif est facilement fourni par les étincelles de décharge d'une bouteille de Leyde reliée à une bobine d'induction actionnée par le même alternateur. Comme les étincelles se reproduisent après chaque demi-période, le rayon se présente en deux positions diamétrales, traversant le disque sous la forme d'un diamètre blanc dont la position est modifiée suivant la phase de l'étincelle éclairante, illustrant ainsi les différences de phase. — M. **E. Ladenburg** adresse une Note sur l'effet photo-électrique aux températures élevées. Une explication de l'effet photo-électrique a été donnée, en 1902, par M. Lenard, qui a fait voir que la lumière ultra-violette possède la faculté de produire une émission d'électrons négatifs partant de plaques métalliques négativement chargées. Ces électrons n'empruntent point l'énergie représentée par leur vitesse initiale à la lumière (laquelle ne fait qu'amorcer ce phénomène). En effet, la vitesse des rayons est indépendante de l'intensité de la lumière, tandis que le nombre d'électrons déclanchés varie en raison directe de cette dernière. L'énergie des électrons projetés doit donc exister dans les électrons avant l'action de la lumière. Il fallait donc s'attendre à ce que l'intensité de l'effet photo-électrique fût accrue par une augmentation de l'énergie des électrons, réalisée, par exemple, en augmentant la température de la plaque exposée à la lumière. L'auteur vient de faire des expériences destinées à élucider cette question, en se servant d'un vide assez avancé pour que les parcours libres des électrons soient considérablement supérieurs à la distance des électrodes. Les résultats de ces expériences font voir qu'un accroissement de 800° de la température de la plaque n'influe en rien ni sur le nombre ni sur la vitesse des électrons déclanchés par la lumière. — MM. **P. Nordmeyer** et **A. L. Bernouilli** ont déterminé la chaleur spécifique de certains éléments, alliages et composés entre — 185° et + 20°, en appréciant, par des pesées, la quantité d'air liquide vaporisée par une quantité pesée de la substance en essai. — M. **F. Neesen** vient de comparer huit parafoudres à haute tension, de formes différentes, et un paratonnerre à plaques télégraphique, au point de vue des effets protecteurs qu'ils sont capables d'exercer en dérivation sur le circuit électrique qu'ils sont destinés à protéger. Une augmentation de l'effet protecteur est due, non pas à une réduction des résistances chimique ou inductive, mais, semble-t-il, à la production d'oscillations électriques. — M. **W. Biegon von Czudnochowski** décrit un dispositif de mise en circuit pour appareils à vide, servant à la démonstration des phénomènes de décharge électrique. Ce dispositif évite les inconvénients de ceux dont on s'est servi jusqu'ici, à savoir leur longueur excessive et leur maniement difficile.

Séance du 3 Mai 1907.

MM. **J. Franck** et **R. Pohl** adressent un Mémoire sur la mobilité des ions dans l'hélium. Leurs recherches ont été exécutées au moyen d'un dispositif qui leur avait servi auparavant pour déterminer les mobilités des ions au sein de petites quantités de gaz; elles constituent, semble-t-il, le premier ensemble d'expériences pareilles sur un gaz mono-atomique. La mobilité de l'hélium se trouve n'être inférieure, suivant l'état actuel de nos connaissances, qu'à celle de l'hydrogène, ce à quoi il fallait s'attendre, la mobilité des ions gazeux étant inversement proportionnelle à la racine du poids moléculaire. — MM. **E. Gehrcke** et **O. Reichenheim** adressent une troisième Note sur les rayons anodiques. Ils y étudient les déviations électrique et magnétique, déviations dont le sens s'accorde avec l'hypothèse d'un rayonnement composé de particules positives. De leurs recherches, les auteurs tirent la conclusion que les rayons anodiques constituent un phénomène parfaitement analogue aux rayons cathodiques. Ils possèdent, en effet, les caractères essentiels de ces derniers, transportant des charges électriques, projetant des ombres bien définies des corps placés sur leur chemin, étant verticaux à la surface de l'électrode, subissant des déviations électriques et magnétiques et excitant la fluorescence des corps qu'ils frappent. ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 28 Février 1907.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **F. Hocevar** : Sur la détermination des diviseurs quadratiques des formes algébriques. — M. **W. F. Meyer** : Sur la théorie des torsions et des quaternions. — M. **J. Zahradnicek** : Sur la théorie des surfaces de second ordre, qui sont définies par le tétraèdre polaire et le point milieu. — M. **R. Girtler** propose de mesurer le danger de rupture des corps élastiques déformés par le potentiel des forces de tension.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **G. Jaumann** expose sa théorie du rayonnement dans les champs électromagnétiques élevés. Pour lui, tous les rayonnements électromagnétiques sont accompagnés d'oscillations chimiques, et les propriétés matérielles (coefficient diélectrique et pouvoir conducteur) d'un milieu soumis à un rayonnement subissent de petites modifications rapidement périodiques. Il arrive à des équations plus générales que celles de Lorentz. — M. **K. Siegl** a étudié l'effet Doppler sur les rayons-canaux dans l'oxygène. — MM. **S. Meyer** et **E. von Schweidler** ont séparé de l'actinium un produit de décomposition radio-actif, à rayonnement peu pénétrant, non volatilisable au rouge et à constante de décroissance de douze jours. — M. **G. Hofbauer** a reconnu, par des études spectrales, que le Soleil renferme principalement, comme terres rares : Yt, Sc, La, Ne et Ce; les autres s'y trouvent en très faible quantité. — M. **R. Stummer**, en condensant l'anhydride phtalique avec le carbazol, a obtenu surtout l'acide carbazol-Az-carbonyl-*o*-benzoïque et peu d'acide cétonique. Avec l'oxyde de biphénylène, on obtient, par contre, principalement l'acide biphénylène-oxyde-céto-*o*-benzoïque.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **F. Hochstetter** : Sur la manière dont les embryons de la tortue de marais se débarrassent de leurs enveloppes et dont les jeunes de cet animal quittent l'œuf. — M. **F. Steindachner** décrit d'abord une nouvelle espèce de *Psilichthys*, le *P. cameroni*, trouvée dans le fleuve Cubutao (État de Sainte-Catherine, Brésil); puis trois nouvelles Characinées, les *Tetragonopterus sanctae Filomenae*, *victoriae* et *costae*, et un *Corydoras*, le *C. raimundi*, trouvés dans le Rio Parnahyba. — M. **K. Byloff** communique ses recherches sur la structure et la conduite biologique des *Trypanozoon Lewisi* et *Brucei*.

Séance du 7 Mars 1907.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **F. Exner** et **E. Haschek** ont constaté, par des mesures sur les spectres du La, du Nd et du Pr, que les lignes spectrales, observées au réseau à échelons, montrent, ainsi que leurs satellites, une grande variabilité avec les conditions de luminosité, dans ce sens que, pour une densité de vapeur croissante, les satellites du côté du rouge croissent toujours plus rapidement en intensité. Donc, malgré la constance de la longueur d'onde des radiations isolées, il y a un déplacement du maximum d'intensité. — M. **N. Stucker** a observé que la sensibilité aux différences de tons varie beaucoup dans les diverses régions sonores. — M. **H. Bouvier** : Augmentation de la conductibilité calorifique de l'air à l'état comprimé. — M. **Zd. H. Skraup** a constaté que la désamidoglutine fournit comme bases hexoniques de l'arginine, de l'histidine, mais pas de lysine. A la place de cette dernière, on obtient un picrate soluble, dont

la décomposition fournit de l'acide aminooxyvalérique et de l'acide aminovalérique.

2° Sciences naturelles. — **M. R. Wagner** a étudié la morphologie du genre *Creochiton*. — **M. A. Nalepa** décrit un nouveau champignon des galles, l'*Eriophyes bartschiae*, qui s'attaque aux feuilles de *Bartschia alpina*.

Séance du 14 Mars 1907.

1° Sciences mathématiques. — **M. W. F. Meyer** : Sur le traitement algébrique d'un théorème fondamental de Staudt dans la Géométrie de position. — **M. E. Weiss** : Sur le calcul d'une trajectoire elliptique au moyen de deux rayons et de l'angle compris.

2° Sciences physiques. — **M. A. Kirpal** a observé que l'éthérification de l'anhydride quinolique par l'alcool méthylique fournit surtout l'éther *b*. Les deux acides cinchoméroniques isomères possèdent la même constante d'affinité.

3° Sciences naturelles. — **M. F. Siebenrock** présente ses recherches sur une famille de tortues, les *Cinosternidae*, qu'il constitue avec les genres *Claudius*, *Staurotypus* et *Cinosternum*, les deux premiers constituant la sous-famille des *Staurotypinae* et le dernier celle des *Cinosterninae*. — **M. K. Holdhaus** expose les résultats de ses excursions zoologiques en Italie. La faune de Coléoptères de la Sicile a un bien plus grand nombre d'espèces communes avec le Nord de l'Afrique qu'avec le continent tyrrhénien. Par contre, l'île d'Elbe, par sa faune de Coléoptères, se rattache étroitement au continent tyrrhénien.

Séance du 21 Mars 1907.

1° Sciences physiques. — **MM. R. Schneider** et **J. Krcmar** ont mesuré le rayonnement nocturne à Vienne; il atteint son maximum en septembre entre 9 heures et 10 heures du soir. Une surface horizontale de 1 cm² rayonne en moyenne 71 gr.-cal. par une nuit claire entre 8 heures du soir et 3 h. 3/4 du matin. — **M. K. Pribram** a vérifié sur l'hélium et l'acétylène la loi d'après laquelle le faisceau positif, dans la décharge touffue, surpasse le négatif en dimensions d'autant plus que la mobilité des ions négatifs dans le gaz considéré est supérieure à celle des ions positifs. De l'aspect du faisceau dans l'argon, on déduit que le rapport des deux mobilités, encore inconnu pour ce gaz, est supérieur à 1,43, valeur de l'hélium. — **M. P. Cermak** a déterminé l'effet Peltier pour le fer-constantan entre 0° et 560° C.; les valeurs par coulomb en gr.-cal. sont : 0°, 3,1; 20°, 3,6; 130°, 4,5; 240°, 6,2; 320°, 8,2; 560°, $12,5 \times 10^{-3}$. — **M. H. Walter** a déterminé l'état d'équilibre de la réaction $Na^2CO^3 + Ca(OH)^2 \rightleftarrows CaCO^3 + 2NaOH$ à 80° et à 106°-110°. La caustification est plus complète à 80°. — **M. R. Wegscheider** et **H. Walter** ont étudié les conditions d'existence des carbonates doubles calco-sodiques. Les solutions calco-sodiques en équilibre à 11° renferment de la gaylussite; à 40° et au-dessus, de la pirssonite. — **M. A. Kailan** montre que la constante de la formation de C^2H^5Cl, au moyen de HCl et C^2H^5OH, calculée d'après l'équation d'une réaction monomoléculaire, n'est indépendante de la concentration en HCl que dans l'alcool absolu; dans l'alcool contenant de l'eau, la constante prend une valeur d'autant plus grande que la concentration en HCl est plus forte. — Le même auteur a constaté que la vitesse d'éthérification de l'acide 1 : 2 : 4-dinitrobenzoïque par l'alcool à 99,9 % et au-dessus, à 25°, est proportionnelle à la quantité d'HCl présente. — **MM. M. Kohn** et **O. Morgenstern**, en traitant l'éthyldiacétonalkamine par HBr fumant et distillant avec KOH le produit de la réaction, ont obtenu l'Az-éthyl-αγγ-triméthyltriméthylène-imine. L'iodométhylate, transformé en base ammonium, et distillé avec KOH, fournit le 2-méthyl-2-méthyléthylaminopentène, avec lequel on peut préparer un hydrocarbure C^6H^{10}, le 4-méthylpentadiène. — **MM. M. Kohn** et **K. Schlegl** ont fait subir à la diméthyldiacétonalkamine un traitement correspondant et préparé des dérivés homologues aux précédents. — **M. M. Kohn** a obtenu, par action du chlorure de benzyle sur la diacétonalkamine, la benzyldiacétonalkamine et de la tribenzylamine. — Le même auteur a constaté que les méthylcétones non saturées se condensent avec les amines pour former des bases cétoniques, qui sont réductibles en aminoalcools correspondants. — **MM. M. Kohn** et **J. Giaconi** ont préparé par la méthode précédente, à partir de l'α-isométhylhepténone et de la méthylamine, le 2-méthyl-4-méthylaminoheptanol. — **M. E. Mayerhofer** a étudié les produits de condensation de l'aldéhyde *p*-diméthylaminobenzoïque avec la dibenzylcétone et la phénylacétone en présence de HCl. — **MM. Zd. H. Skraup** et **R. Witt** ont fait agir l'eau de brome sur la caséine et étudié ensuite les produits de l'hydrolyse, qui sont assez différents des produits d'hydrolyse de la caséine normale.

2° Sciences naturelles. — **MM. E. Finger** et **K. Landsteiner** ont expérimenté sur un virus syphilitique obtenu au bout de deux ans après passage sur trente-deux singes. Il est encore très virulent pour le chimpanzé. Mais, inoculé aux singes inférieurs, il se transforme en devenant très virulent pour le *Macacus rhesus* et en perdant sa virulence pour le chimpanzé. Il paraît possible d'arriver par cette voie à préparer un vaccin. — **M. V. Apfelbeck** présente ses recherches sur la faune des Coléoptères du Montenegro et de l'Albanie. — **M. F. Heritsch** signale la découverte d'un gisement de Carbonifère inférieur à *Productus giganteus* dans la zone des « grauwackes » des Alpes orientales.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Avril 1907.

1° Sciences mathématiques. — Rapport de MM. Schoute et Cardinaal sur le mémoire de **M. F. Schuh** intitulé : *Sur le lieu des points du plan dont la somme des distances à n droites données est constante, et les problèmes analogues dans les espaces à trois et à plusieurs dimensions*. En considérant les éléments géométriques « plan, droite, point » du titre comme des espaces ε_2, ε_1, ε_0 à deux, une, aucune dimensions, on trouve sans peine la généralisation suivante du problème posé : « Dans l'espace ε_p à p dimensions, on donne n espaces ε_q; déterminer le lieu des espaces ε_r dont la somme des distances aux n espaces ε_q donnés égale une constante donnée ». L'auteur s'est restreint au cas $r = 0$, où il s'agit du lieu d'un point. Dans le premier chapitre, il suppose $q = p + 1$, pour les cas $p = 2, 3, m$; ici, il considère la distance d'un point à un espace ε_{m-1} comme une quantité toujours positive, de manière qu'il trouve dans le plan un polygone convexe, dans l'espace un polyèdre convexe et dans l'espace ε_m un polytope convexe; de ce polytope, il fait connaître les nombres d'Euler et d'autres caractères particuliers. Dans le second chapitre, il traite par l'analyse le cas de n droites données dans notre espace; ici, il remplace la somme des valeurs absolues des distances par la somme algébrique. Ainsi il trouve une surface de l'ordre 2^n, dont il étudie les courbes singulières et les points singuliers. La partie la plus attrayante se rapporte au cas de deux droites qui se croisent, parce qu'elle met un trait d'union entre deux surfaces connues, la surface de Kummer à seize points doubles et seize plans touchant la surface suivant une conique, et la surface romaine de Steiner à trois droites doubles concourantes. Si la somme constante surpasse la distance des deux droites données, le lieu est une surface de Kummer, spécialisée par l'existence de deux droites doubles à l'infini; si la somme constante égale la distance des deux droites données, le lieu est une surface de Steiner dont le point de concours des trois droites doubles se trouve à l'infini. Le travail paraîtra dans les *Mémoires de l'Académie*. — Rapport de MM. Julius, J. C. Kapteyn et Schreinemakers sur le mémoire de **M. A. Brester Jr.** intitulé : *Essai d'une explication du*

mécanisme de la périodicité dans le Soleil et les étoiles rouges variables. Dans ce travail volumineux, l'auteur plaide l'idée émise par lui en 1888 que le Soleil est en repos, c'est-à-dire exempt des mouvements et éruptions brusques qu'on croit y voir. Il démontre que la conviction généralement admise de l'existence de ces mouvements rapides ne se base que sur les déplacements des raies du spectre qu'on explique à l'aide du principe de Döppler, dont il expose les contradictions. De son côté, il émet l'hypothèse que ces déplacements des raies du spectre sont dus à un processus chimique de la matière en repos, accompagné de phénomènes de luminescence se propageant dans la direction visuelle. D'après sa théorie, le Soleil est principalement gazeux; la photosphère est une couche de nuages qui descend continuellement, s'évapore dans les parties inférieures et se renouvelle du côté supérieur par l'accroissement de produits de condensation nouveaux. Les sources mécaniques et endochimiques de chaleur sont les facteurs principaux dans le ménage du Soleil; au contraire, les processus de condensation et de combinaison chimique des parties extérieures forment les causes immédiates des variations visibles du disque. Explication nouvelle de la période de onze années. Quoique les rapporteurs ne puissent souscrire à l'argumentation et aux conclusions de l'auteur, son travail, qui fait preuve d'étude approfondie, paraîtra dans les *Mémoires de l'Académie.*

2° Sciences physiques. — **J. D. van der Waals** : *Contribution à la théorie des mélanges binaires.* Troisième partie. Etude de la ligne spinodale et du lieu des points de plissement en des parties déterminées de la surface. Le cas $\frac{d\Gamma_k}{dx} > 0$. Influence de la valeur de $\frac{d^2\psi}{dt^2}$ sur la forme du pli et donc aussi sur la miscibilité dans la forme fluide; cette influence est comparable à celle de $\frac{d^2\psi}{dv^2}$. Cas où la courbe $\frac{d^2\psi}{dx^2} = 0$ coupe la courbe $\frac{d^2\psi}{dxdv} = 0$. — M. H. A. Lorentz présente au nom de **M. J. J. van Laar** : *Sur la forme de la ligne des points de plissement et des lignes spinodales, dans le cas où l'attraction mutuelle des molécules de l'une des composantes d'un mélange binaire de substances normales est petite.* L'auteur fait ressortir que plusieurs résultats qui figurent dans la dernière communication de MM. H. Kamerlingh Onnes et W. H. Keesom (*Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 382) ont été trouvés et publiés par lui. — Rapport de MM. Mac Gillavry, Julius, Zeeman, Wind et de Bruyn sur la ventilation des salles du Musée de peinture à Amsterdam.

3° Sciences naturelles. — M. **M. W. Beyerinck** : *La fermentation lactique dans le lait.* Dans le lait abandonné à lui-même et contenant donc, à cause de l'infection spontanée, les microbes les plus fréquents, on observe régulièrement certaine flore microbienne dont la constitution dépend principalement de la température et de la tension de l'oxygène. Si cette tension est petite, de manière que les microbes se trouvent dans le lait sous des conditions tant soit peu anaérobies, cette flore est d'une constitution simple et cause des fermentations déterminées, principalement la fermentation due à l'*Aerobacter*, la fermentation butyrique et la fermentation lactique, dont la première et la seconde se caractérisent par le développement d'hydrogène et d'acide carbonique, tandis que la troisième, qui se présente sous différentes formes, n'engendre à côté de l'acide lactique que de l'acide carbonique au plus. Quelquefois, cette fermentation lactique est accompagnée d'une formation de substances muqueuses, formées par les parois des cellules gonflées des ferments lactiques. Dans l'économie de l'homme, les fermentations lactiques sont utiles, les deux autres au contraire nuisibles. L'expérience de la fermentation dont on se sert dans l'industrie comme pierre de touche de la pureté du lait doit constater l'absence totale ou sensible des microbes *Aerobacter* et des ferments butyriques. Un verre de lait placé dans un bain d'eau à 40° ne doit pas faire naître du gaz de fermentation; à cause de la prédomination des ferments lactiques, les autres microbes doivent être supplantés. Propriétés des ferments lactiques actifs : *Lactococcus*, *Lactobacillus* et *Lactosarcina*. Facteurs de variabilité : les circonstances qui dominent cette variabilité ne sont pas encore entièrement connues; sans doute, on doit compter ici une pression de l'oxygène trop éloignée de la pression optimum du fonctionnement vital, ce qui est manifeste dans le cas du bacille du sérum allongé (*Lactococcus hollandiae*), caractérisé par une formation extrêmement considérable de substances muqueuses, de manière que la veine liquide est tellement visqueuse qu'elle semble soliditiée. Culture élective des microbes de la fermentation lactique muqueuse, des lactocoques de la fermentation de la crème, des bacilles lactiques. Le Yoghurt et la Maya Bulgare. — M. **J. W. van Wijhe**: *Sur l'existence de vertèbres cartilagineuses dans le développement du crâne des Oiseaux.* Si l'on se pose la question de l'origine probable de la génération des vertèbres, dans la tête, il est évident qu'il faut exclure le domaine auditif et celui qui est situé devant l'organe auditif; dans le premier domaine, les myotomes ont disparu pendant la formation du cartilage, tandis que ceux du second se sont déplacés pour faire partie de la sphère oculaire. Ainsi ce n'est que dans le domaine occipital qu'on peut s'attendre à trouver deux ou trois vertèbres. Jusqu'à présent, personne ne les avait remarquées, quoique ce domaine ait été exploré non seulement suivant la méthode des séries de sections parallèles, mais aussi suivant la méthode du bleu de méthylène (*Rev. génér. des Sc.*, t. XIII, p. 704), beaucoup plus efficace. D'après cette dernière méthode, ni M. Noordenbos ni l'auteur ne les ont trouvées dans le crâne des Mammifères et des Sélaciens; au lieu de vertèbres, ils trouvèrent le cartilage parachordal bien connu, qui accompagne la chorda dans les régions occipitale et auditive. Il est vrai que d'autres expérimentateurs ont parlé d'ébauches de vertèbres dans l'occiput; mais les parties observées par eux n'étaient pas cartilagineuses et ne formaient que des amas de cellules mal limités ne méritant pas le nom de vertèbres. Au contraire, M. **F. Sonies**, assistant de l'auteur, a découvert par la méthode du bleu de méthylène, deux vertèbres cartilagineuses dans l'occiput d'embryons de poule et de canards vers le sixième jour du couvage. Ce qui explique que ces vertèbres n'aient pas été trouvées plus tôt, l'embryon de la poule formant dans tous les laboratoires d'embryologie la matière classique de recherche, c'est que la période durant laquelle ces vertèbres se présentent est d'une durée extrêmement courte; il faut qu'on atteigne précisément le moment où le cartilage se présente dans les deux premières vertèbres du cou; avant que le cartilage se manifeste dans les autres vertèbres, les deux vertèbres occipitales se sont déjà confondues avec le cartilage parachordal. Donc le cartilage parachordal des oiseaux ne forme pas une unité morphologique. On y discerne avec M. Sonies deux parties distinctes : une partie de devant, dont les myotomes sont dégénérés, et une partie de derrière, se présentant dans la forme de deux vertèbres s'unissant bientôt à la partie de devant, etc. — M. G. C. J. Vosmaer présente au nom de M. **B. van Tricht** : *Sur l'influence des nageoires sur la forme du myotome du torse.* Introduction. Différentiation de la musculature dorsale et de la musculature latéro-ventrale. Le travail est illustré par une planche. — M. C. Winkler présente au nom de M. **L. J. J. Muskens** : *Etude anatomique des connexions dans le cervelet.* Troisième partie (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XV, p. 1.054, t. XVII, p. 160). (*A suivre.*) P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 13 15 JUILLET 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Détermination des dimensions absolues des étoiles variables. — Si la lumière met un temps appréciable à franchir l'orbite d'une étoile double dont les composantes s'éclipsent mutuellement, on peut admettre que cette circonstance n'influe pas sur les époques de maximum d'éclat, mais que les éclipses intermédiaires seront alternativement avancées et retardées. La période se trouve ainsi partagée en quatre intervalles inégaux; mais il est probable que la variation de lumière n'est pas simplement liée aux conditions géométriques des éclipses, et que des changements physiques importants s'accomplissent au cours d'une révolution, quand l'orbite est excentrique. Le Dr Roberts estime que ces causes de dissymétrie introduisent dans l'éclat apparent des termes proportionnels au sinus et au cosinus de l'anomalie vraie, comptée de la ligne de visée.

L'application de ces principes fut faite aux deux variables à courte période U Pégase et RR Centaure : pour la première, dont on possède une série étendue d'observations, la valeur 5,9 minutes du temps employé par la lumière à franchir le demi-diamètre de l'orbite paraît mériter une certaine confiance. Le chiffre correspondant pour RR Centaure est de 0,3 minute : il semble moins plausible. Mais, de toutes façons, il s'agit là d'un procédé ingénieux dont il est permis d'attendre d'heureux aperçus sur les systèmes lointains.

Les éléments de Vénus. — En voulant déterminer à la fois les corrections de tous les éléments de la Terre et de Vénus, Le Verrier et Newcomb ont été conduits à manier des systèmes fort compliqués d'équations simultanées. Pour échapper à cet inconvénient, M. Cowell admet[1] que la correction de la longitude de chaque planète est une fonction linéaire du sinus et du cosinus de cette même longitude : la même forme analytique doit convenir aux rayons vecteurs, et l'on se trouve en présence de six inconnues seulement à déterminer par l'expérience. Les résultats ne peuvent être qu'appproximatifs : mais, comme les tables sont déjà très exactes, on peut tolérer dans les corrections une incertitude du vingtième environ de leur valeur. Il a paru utile d'augmenter le poids des observations dans les périodes où elles sont rares, pour se rapprocher d'une distribution uniforme : les tableaux formés permettent alors de déterminer, pour 1885,0, un système plausible de corrections à faire subir aux éléments de Vénus, tels que les a donnés Le Verrier.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Le tonnage des cuirassés modernes. — Tandis que, parmi les cuirassés en service dans toutes les marines, ceux qui composent les escadres de première ligne actuelles ont un déplacement de 15.000 tonneaux au maximum, les chantiers maritimes construisent partout des unités dont aucune ne jauge moins de 18.000 tonneaux. Il y a peu de semaines, un ingénieur américain proposait même les plans d'un bâtiment atteignant 26.500 tonneaux, et il n'y a rien d'impossible à ce que les dimensions des navires qu'on mettra en chantier dans quelques années se rapprochent de ce chiffre.

C'est l'expérience de la guerre russo-japonaise qui a déterminé cette évolution d'idées et cette augmentation de dépenses, car, le prix de la tonne restant sensiblement le même, le coût d'un navire de 18.000 tonneaux dépasse à peu près de moitié celui d'un navire de 12.000. Les combats d'Extrême-Orient ont, en effet, démontré que les pièces de gros calibres, efficaces encore aux très grandes distances, sont presque seules à produire un effet utile contre les bâtiments très protégés des marines modernes. Cette constatation a amené toutes les marines à supprimer, sur les nouveaux cuirassés, l'artillerie moyenne (les petites pièces étant conservées pour la défense contre les torpilleurs), et à constituer uniquement l'armement principal par des canons de gros calibre, c'est-à-dire de 25 à 30 centimètres de diamètre.

Bien que le nombre total des pièces soit considérablement diminué (le *Dreadnought*, de 18.000 tonnes, n'a que 10 canons de 30 centimètres, tandis que le *Formidable*, de 15.000 tonneaux, porte 4 canons de 30 cen-

[1] *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, t. LXVI, p. 307.

timètres et 12 de 15 centimètres), il en résulte une augmentation de poids de l'artillerie correspondant à 1.200 tonneaux. Or, tout changement d'un des poids dont la somme détermine le déplacement d'un navire a une répercussion sur tous les autres éléments de ce déplacement : si on augmente l'artillerie, il faut, pour garder la même vitesse, le même rayon d'action et la même protection, accroître en même temps le poids des machines, celui du charbon embarqué et celui de la cuirasse. Toutes choses égales d'ailleurs, l'augmentation du déplacement est égale, pour un grand cuirassé, au produit de la variation d'un des éléments par le coefficient 2,5 : ainsi, 1.200 tonneaux d'artillerie en plus produisent une augmentation de déplacement égale à $1.200 \times 2,5 = 3.000$ tonneaux.

De même, si l'on veut augmenter la vitesse, le système des machines restant le même, il faut ajouter environ 700 tonneaux par nœud : pour filer 20 nœuds au lieu de 18 (c'est-à-dire 3 kilom. 700 de plus à l'heure), sans rien changer à l'armement ni à la protection, le déplacement doit passer de 18.000 à 19.400 tonneaux; à 2.700 francs la tonne (prix des récentes constructions en France), l'augmentation de prix correspondante est de près de 4 millions. Le plus grand avantage des turbines, dont l'utilisation aux grandes vitesses est supérieure à celle des machines alternatives, a été de permettre un gain semblable sans augmenter le poids ni, par suite, le prix de revient.

Il y a d'ailleurs avantage, si l'on se résout à aborder les grands tonnages, à en adopter de très grands. Le rendement des sommes consacrées à la construction devient meilleur : si, en effet, on veut amener sur le champ de bataille 36 canons de 30 centimètres, on peut les répartir de différentes manières, et par exemple en mettre 6, 9 ou 12 sur chaque cuirassé; on aura, suivant le cas, une division formée de 6, 4 ou 3 bâtiments. Toutes choses égales d'ailleurs (vitesse, rayon d'action et protection), le tonnage de chacun des cuirassés sera respectivement de 14.000, 17.000 et 20.000 tonneaux, et l'ensemble de la division jaugera en tout 84.000, 68.000 ou 60.000 tonneaux. La différence de prix de revient sera, par rapport à la première solution, de 18 °/₀ en faveur de la seconde, et de 28 °/₀ en faveur de la troisième.

La solution théorique la plus avantageuse consisterait à réunir tous les canons sur un même navire qui dépasserait 40.000 tonneaux. Elle est irréalisable pour longtemps, ne fût-ce qu'à cause des dimensions des ports. Mais, dans les limites où le permettent ces aménagements, et aussi la nécessité de naviguer en escadres à rangs serrés (ce que les grands déplacements rendent de plus en plus difficile), il y a intérêt à augmenter encore le tonnage des unités de combat et à atteindre 20.000 ou même 21.000 tonneaux. Ces chiffres ont été adoptés, le premier par les Etats-Unis, le second par le Japon, pour leurs récentes mises en chantiers, et il ne paraît pas douteux que cette solution ne soit la plus logique.

§ 3. — Physique

Les flammes électriques. — Les décharges explosives produites entre les bornes d'un circuit électrique présentent, quant à leur aspect et leurs caractères généraux, de grandes différences, suivant la charge, le potentiel, la résistance et la self-induction du circuit, la forme et la nature des électrodes, le gaz ambiant, etc.

Certaines variétés de décharges électriques, d'une beauté toute particulière, ne pouvaient jusqu'ici être réalisées qu'au moyen d'un appareillage extrêmement puissant. Les décharges globulaires, observées par M. Righi entre de longs tubes de verre, ne se produisent, par exemple, qu'au moyen de batteries de grands condensateurs électriques, alimentées par une puissante machine à influence. D'autre part, des décharges à flammes étendues ont été obtenues par M. Thodarsson avec un transformateur de 20 kw. sous 500.000 volts.

Ces belles décharges à flammes, d'un aspect si brillant, peuvent cependant, comme vient de le montrer M. I. Schincaglia, professeur à Ancône, être réalisées par tout le monde, à l'aide d'un dispositif fort modeste[1]. Le savant italien se sert, à cet effet, d'une bobine de Ruhmkorff, capable, dans les conditions les plus favorables, de donner entre les bornes du secondaire une étincelle d'environ 350 millimètres de longueur. A cette bobine sont reliées les électrodes d'un éclateur muni de boules en laiton, susceptibles de se déplacer dans toutes les directions, alors que les bornes du primaire (dont la résistance est réglée au moyen d'un rhéostat au sulfate de cuivre) sont alimentées avec du courant alternatif à 110 volts. Toutes les parties du circuit secondaire sont parfaitement isolées. Les contacts doivent être aussi parfaits que possible.

L'expérience étant disposée de cette façon, la bobine d'induction, on le voit, agit comme un transformateur à haute tension. Les boules de l'éclateur ayant été rapprochées à environ 1 centimètre de distance, on observe des étincelles rectilignes du même aspect que celles que donne une machine électrostatique ordinaire. Aussitôt que la résistance du secondaire s'accroît, les boules étant progressivement éloignées l'une de l'autre, les étincelles cessent de se produire et, à leur place, apparaît, sans discontinuité aucune, une langue de feu à contours rectilignes, qui finit par prendre l'aspect d'une flamme véritable étendue dans le sens de la longueur, affectant la forme d'une fusée ou d'un serpent, et une couleur d'un rose jaunâtre, à l'exception des portions centrales, qui prennent une nuance blanchâtre. Cette flamme est entourée d'une auréole peu lumineuse.

Lorsqu'on les expose à une action soufflante, ces flammes, loin de se séparer en étincelles, comme celles qu'on obtient avec les interrupteurs électrolytiques, s'éteignent, pour se reproduire d'une manière identique, toutes les fois que les électrodes sont rapprochées à 1 centimètre de distance.

La forme des flammes, qui est d'une grande variété, dépend de la position relative et des mouvements des électrodes de l'éclateur. La portion supérieure d'une flamme produite entre des électrodes verticales exécute un mouvement très vif, enveloppant tantôt l'électrode tout entière et tantôt la touchant à peine, tandis que la partie inférieure reste immobile.

Bien qu'étant assez lumineuses, ces flammes ne sont pas riches en rayons actiniques, au moins pas en rayons pour lesquels le verre est transparent. Une vue instantanée, prise avec une pose d'environ 1/50 de seconde, ne montre que les points terminaux de la flamme. Pour réaliser des photographies vraiment satisfaisantes, il faut faire durer le temps de pose au moins une seconde.

Si les boules de l'éclateur, après avoir été rapprochées pour la production des étincelles ordinaires, sont éloignées l'une de l'autre en direction horizontale, on observe une décharge angulaire, comme si deux langues de feu, s'attirant entre elles, émanaient de chaque électrode. Après une période relativement courte, cette décharge se met à exécuter un mouvement extrêmement rapide, promenant son point d'origine sur toute la surface de l'électrode.

Des phénomènes très intéressants s'observent en remplaçant les électrodes par des électrolytes. Si l'une des boules est plongée dans un vase rempli d'une solution saline, de façon que la moitié au moins de la boule sorte en dessus du niveau du liquide, la décharge à flamme s'obtient tout de suite sans étincelles préliminaires. L'une des extrémités de ces flammes reste sensiblement immobile à la surface de l'électrode supérieure, tandis que la position de l'extrémité inférieure change sans cesse, produisant un bruit craquelant et des détonations continuelles à la surface du liquide.

[1] *L'Elettricista*, t. V, p. 238.

La couleur de ces flammes est bien souvent d'une teinte extrêmement vive, variable suivant la nature de l'électrolyte.

Si les bornes du circuit secondaire sont reliées à un tube dont l'air subit une raréfaction graduelle, on observe les colorations les plus brillantes, variables suivant le degré de raréfaction. Pour un degré donné et pour une résistance très faible du primaire, M. Schincaglia observe par exemple un faisceau lumineux de rayons jaunes, semblables à un jet liquide, et dans lequel sont suspendues des myriades de particules incandescentes émanant des électrodes. La fluorescence des parois de verre, que l'on observe pour un degré de vide donné, disparaît alors, et bien que ce phénomène soit d'un grand éclat, son action sur la plaque photographique est relativement faible.

Les expériences précédentes (continuées par M. Schincaglia) se réalisent facilement, même comme expériences de cours, pourvu qu'on prenne toutes les précautions nécessaires. En accroissant dans de fortes proportions l'intensité de courant du circuit primaire, M. Schincaglia a pu obtenir des flammes d'une hauteur allant jusqu'à 20 centimètres, flammes qui, en quelques secondes, ont fondu de longs tubes en verre, sans que les fils du circuit secondaire aient été échauffés outre mesure. Toutefois, il convient de ne pas pousser trop loin des expériences pareilles. En plongeant les boules de l'éclateur dans de l'huile de vaseline, on augmente beaucoup l'éclat des flammes électriques.

Alfred Gradenwitz.

§ 4. — Electricité industrielle

Les tramways électriques à trolley sans rails en Allemagne. — Un Rapport officiel adressé au Ministère allemand des Chemins de fer par M. Volkorts, ingénieur à Munster, et une étude récente de l'ingénieur Ernst Nickel, de Berlin, nous donnent des renseignements intéressants sur les tramways électriques sans rails fonctionnant actuellement en Allemagne.

Bien que ces tramways ne soient encore qu'au nombre de quatre, parmi lesquels celui qui relie les carrières de pierres de Grevenbrück (Westphalie) à la gare du même nom, les résultats obtenus jusqu'à ce jour sont tellement satisfaisants que ce mode de traction va certainement prendre une bien plus grande extension.

C'est en 1901 que fut établi en Allemagne, d'après le système Schiemann, le premier tramway de ce genre. La canalisation, qui est aérienne, est constituée par deux conducteurs distants l'un de l'autre de $0^m,50$ et élevés de $5^m,50$ à 6 mètres au-dessus du sol. Un trolley amène le courant à la voiture automotrice, mais les tiges de ce trolley permettent au véhicule de s'écarter de 3 mètres environ de part et d'autre de la ligne : l'automotrice peut ainsi dépasser les voitures dans le même sens et laisser passer celles qui circulent en sens inverse.

Dans le cas d'une rencontre de deux automotrices électriques sur la même ligne, l'une d'elles détache du conducteur sa tige de trolley pour livrer passage à l'autre. Un moteur identique actionne l'essieu d'avant et l'essieu d'arrière, et les essieux tournent dans des paliers à billes, ce qui, en diminuant le frottement et en permettant une notable économie sur le graissage, facilite beaucoup le roulement. Les moyeux de roues sont en fer, les rais et les jantes en bois. Quant aux bandages, ils étaient au début en caoutchouc; mais, actuellement, on a adopté définitivement des bandages en fer, qui, avec l'adjonction d'un sablier, ne patinent ni ne dérapent sur les chaussées les plus glissantes, même lorsque la pente atteint 1/10. La suppression des rails simplifie les conditions de roulage et diminue considérablement les frais d'établissement et d'entretien. On a pu établir que ce mode de traction peut devenir plus économique que la traction animale et que, notamment à Grevenbrück, l'emploi du tramway électrique à trolley sans rails a abaissé à 0 fr. 125 le prix de la tonne kilométrique, qui, avec la traction animale, variait auparavant entre 0 fr. 32 et 0 fr. 37.

Chemins de fer à courant alternatif simple. — Dans le *Technical Year Book*, publié par Percival, Marshall et C°, de Londres, on trouve nombre de statistiques intéressantes, parmi lesquelles la suivante, relative à une question entièrement à l'ordre du jour[1] : celle des lignes de traction à courant alternatif simple, entreprises dans le monde entier, et soit en service, soit en construction à cette heure.

La plupart sont des lignes de chemins de fer.

Leur nombre est de 36.

Leur longueur totale est de 1.300 kilomètres.

§ 5. — Photographie

La reproduction des couleurs par la photographie. — Reproduire l'image avec ses couleurs réelles a toujours été le rêve le plus caressé par le photographe. Le jour où Niepce et Daguerre inventaient la photographie, ils pensèrent à ce complément de leur découverte et, le 4 septembre 1827, Niepce écrivait : « M. Daguerre est parvenu à fixer sur sa substance chimique quelques-uns des rayons colorés du prisme; il en a déjà réuni quatre et il travaille à réunir les trois autres, afin d'avoir les sept couleurs primitives. »

Mais Niepce et Daguerre lui-même n'avaient qu'un faible espoir de réussir et ne considéraient leurs recherches que comme un objet de curiosité. Leurs successeurs ne furent pas plus heureux, et Poitevin, qui s'acharna sur le problème, n'obtint que des résultats incomplets et incertains.

En 1868, la solution de la question en était au même point qu'au temps de Daguerre en 1827, lorsqu'elle fut brusquement entrevue, et simultanément, par deux hommes de génie, un poète, Charles Cros, et un chimiste, Ducos du Hauron.

Ducos du Hauron avait déjà imaginé le procédé trichrome, c'est-à-dire la formation de l'image sur trois plaques sensibles au moyen d'un jeu d'écrans colorés. Trois épreuves au charbon, colorées respectivement en jaune, en bleu et en rouge, et superposées dans un ordre convenable, étaient tirées sur les trois clichés. Leur superposition donnait à peu près les couleurs de la Nature.

Cette formation de l'image en couleurs, obtenue par un procédé imparfait et peu pratique, mais pourtant très intéressant, ne satisfaisait pas l'auteur. Il entrevit alors la possibilité d'établir un écran unique, remplaçant les trois écrans de la trichromie et filtrant les diverses radiations du spectre pour les reproduire côte à côte sur une seule et unique surface sensible. Il avait imaginé de tracer, sur un papier transparent, une série de raies alternativement rouges, jaunes et bleues, aussi minces que possible, de largeur égale et sans intervalles. Vue de près, la surface de ce papier montrait les rayures trichromes; vue de loin, par transparence, elle apparaissait blanche; quand on la regardait par réflexion, elle semblait grise, à la condition, bien entendu, d'éviter toute dominante dans les couleurs.

On le voit, c'est la première idée des écrans colorés qui a donné la solution du problème. Et Ducos du Hauron qui, le 23 novembre 1868, prenait un brevet pour ce procédé, supposait « qu'on recouvrait le papier du côté de l'impression trichrome par une émulsion sensible. Dans la chambre noire, les trois couleurs simples devaient se tamiser à travers ce papier et former chacune son empreinte positive, c'est-à-dire son empreinte en clair sur la raie correspondante

Les conclusions de Ducos du Hauron étaient assez vagues, et d'ailleurs l'état de l'industrie photographique

[1] *Electrical Engineering*, n° 1537, 18 mai, p. 763.

ne lui aurait pas permis de réaliser son idée, qui ne sortit jamais du domaine théorique. Il n'en résulte pas moins que, dès 1868, Ducos du Hauron avait trouvé le filtre qui devait tamiser les rayons lumineux et les répartir sur la couche sensible.

En 1885, un Irlandais ingénieux, le Dr Young, trouva qu'on pouvait avantageusement remplacer les trois raies, jaune, rouge et bleue, de Ducos du Hauron par trois autres : violette, verte, orangée, reconnues préférables par Helmholtz. Le Dr Joly, quelque temps après, crut trouver une application industrielle de ce procédé et fit breveter l'emploi d'un écran imprimé avec les trois couleurs désignées par Helmholtz. Il plaçait son écran contre la plaque sensibilisée par une émulsion panchromatique. Le cliché obtenu donnait par contact une épreuve positive. Cette image, vue à travers l'écran suffisamment repéré, montrait une image en couleurs; mais cette image, bien rudimentaire, était comme emprisonnée par la grille que formait l'écran.

On voit, par ce très sommaire exposé, que, depuis dix ou douze ans, on entrevoyait la solution du problème. Cette solution dépendait presque uniquement de la finesse que l'on pouvait donner à l'écran tamiseur de la lumière. Le jour où il deviendrait possible de l'obtenir à peu près invisible, la plaque pour l'obtention des couleurs serait trouvée.

Un instant, la question parut résolue dans un autre sens. Avec une méthode scientifique et une déduction rigoureusement exacte, M. Lippmann, en 1891, avait tiré d'un phénomène physique connu sous le nom d'interférences une conclusion vraiment remarquable, et, passant de la théorie à la pratique, montrait à ses auditeurs émerveillés des clichés reproduisant, avec toutes leurs finesses et une absolue vérité, les colorations naturelles. Seulement, ces clichés ne pouvaient se voir que par réflexion. Ils exigeaient une manipulation compliquée et certainement difficile à suivre en dehors d'un laboratoire de physique bien outillé. Bien que les opérations aient été simplifiées, cette méthode n'a guère été adoptée par les amateurs, en raison des soins minutieux qu'elle exige. Il est vraisemblable qu'on n'en restera pas là.

La découverte de M. Lippmann passionna justement le monde scientifique et, bien qu'elle n'eût rien de commun avec celle de Ducos du Hauron, par les comparaisons qu'elle suscita, elle rappela l'attention sur le problème de la photographie des couleurs par le procédé pigmentaire.

Que fallait-il pour le résoudre? Une émulsion panchromatique, c'est-à-dire sensible à toutes les couleurs, et un écran capable de laisser passer, en les distribuant convenablement, les rayons lumineux. L'émulsion était déjà connue. L'écran fut réalisé de deux manières différentes, d'une part, par MM. Lumière à Lyon, et d'autre part, par un neveu de Ducos du Hauron, M. R. de Bercegol, pour le compte de la Société Jougla.

L'écran imaginé par MM. Lumière[1] se compose de grains de fécule très fins, colorés respectivement en rouge-orangé, violet et vert. Ces grains, dont chacun représente environ un dix-millième de millimètre, sont répartis en nombre égal pour chaque couleur sur une plaque de verre. Primitivement, les interstices laissés entre les grains étaient bouchés par une poussière impalpable de noir de fumée. Mais cette opération, qui se faisait à la main, étant difficilement conciliable avec les procédés mécaniques, MM. Lumière ont, paraît-il, pris le parti d'y renoncer et l'ont avantageusement remplacée par un tassement, un écrasement des grains de fécule, produit au moyen d'un rouleau de buis qui comprime la plaque couverte de son écran. Cet écrasement ne va pas sans quelque difficulté. Mais on a remédié à la casse en donnant à la plaque comme support une lame de plomb, qui présente une malléabilité et en même temps une résistance suffisantes.

Cet écran, composé de particules colorées avec les trois couleurs indiquées ci-dessus, quand on le regarde par transparence, nous apparaît incolore. Vu au microscope, il se compose de grains serrés les uns contre les autres sans intervalles visibles, et l'on y distingue très nettement les trois couleurs rouge-orangé, vert et violet. Théoriquement les grains doivent être égaux en volume et en nombre. Les trois couleurs doivent être également réparties sur la plaque. Mais, pratiquement, cette égalité de répartition est chose difficile à obtenir. Il peut donc se produire des *plages*, des amas mal mélangés qui influeront un peu, mais fort peu, sur le résultat final.

Le procédé de la Société Jougla est tout autre et dérive directement de la conception première de Ducos du Hauron. Il s'agit d'une véritable impression. Chaque millimètre carré de la plaque de verre reçoit, par un procédé que garantit un brevet secret, 800 petits carrés teintés consécutivement en rouge-orangé, vert et violet, sans superposition, ni intervalle. L'écran, sorte de damier trichrome, est donc formé par une espèce de pellicule recouverte d'une multitude de petites lignes teintées comme il convient et qui, sans se recouvrir, se touchent de façon à ne laisser passer aucun rayon de lumière blanche. On voit que l'écran imaginé par la Société Jougla est moins fin que celui de MM. Lumière ; en revanche, il est plus homogène, puisque, du fait de la fabrication même, le nombre des petites lignes est le même pour chacune des couleurs mises en œuvre.

Quoi qu'il en soit, dans les deux cas, l'écran déposé sur le verre est isolé par un vernis imperméable à l'eau; et sur ce vernis on coule, par les procédés ordinaires, une émulsion panchromatique d'une extrême finesse et d'une grande sensibilité.

Si l'on pouvait mettre sans autre précaution la plaque dans la chambre noire et l'exposer aux rayons du soleil, on remarquerait que l'émulsion est à peine rendue moins sensible par suite de l'interposition de l'écran trichrome. Mais, soit devant l'objectif, soit derrière, il faut placer un verre jaune spécial[1], destiné à assurer le panchromatisme rigoureux de la plaque en absorbant les radiations dominantes par lesquelles la plaque sensible serait trop vite impressionnée, le vert et le bleu notamment. Le verre jaune présente l'inconvénient inévitable d'affaiblir la lumière, partant d'exiger une plus longue exposition.

Les émulsions ainsi préparées et l'appareil étant pourvu de son écran compensateur, on dispose dans les châssis les plaques de façon à ce que le verre soit tourné du côté de l'objectif. Cette disposition a pour but d'obliger la lumière à traverser l'écran coloré avant de venir impressionner la couche sensible. Cet écran coloré, qu'il se compose de grains de fécule, ou d'une trame polychrome, laisse passer ou absorbe les rayons lumineux, selon qu'ils sont de même nature ou de nature contraire à ceux des écrans qui les reçoivent.

Supposons que nous ayons à photographier quatre fleurs unicolores, dont l'une est rouge, la deuxième jaune, la troisième bleue et la dernière blanche.

Les rayons lumineux émis par la fleur rouge seront absorbés par les éléments verts du réseau, le vert étant complémentaire du rouge, et passeront, au contraire, en totalité par les éléments rouge-orangés et partiellement par les éléments violets, qui laisseront passer le pourpre de la fleur rouge. La plaque sera donc impressionnée sous les éléments rouge-orangés et violets, alors qu'elle restera inaltérée sous les éléments verts.

[1] Nous ne pouvons passer sous silence la belle séance de projections qui a été donnée par le journal *l'Illustration*, et dans laquelle M. A. Lumière a exposé, devant un auditoire d'élite, les résultats obtenus.

[1] C'est un verre recouvert d'une pellicule de gélatine teintée. Dans le procédé Jougla, la pellicule seule, sans verre, forme écran.

Au développement, les parties impressionnées noirciront, tandis que les autres ne subiront aucun changement. Si l'on fixait alors, sur les éléments rouge-orangés et violets, il y aurait du noir; sur les éléments verts, il n'y aurait rien, le bromure d'argent ayant été dissous dans l'hyposulfite de soude. La fleur rouge paraîtrait donc verte, le vert étant la couleur complémentaire du rouge.

La fleur jaune sera reproduite par les éléments rouge-orangés et verts, et les radiations jaunes seront arrêtées par les éléments violets. Elle sera donc représentée sur la plaque par sa couleur complémentaire, le violet.

La fleur bleue sera représentée par le rouge-orangé complémentaire du bleu.

La fleur blanche sera représentée en noir, chacun des écrans laissant passer la partie de la lumière blanche qui lui correspond.

Ce qui est vrai des couleurs simples l'est également de toutes les nuances, si fugitives ou si délicates qu'elles soient. Le tableau suivant résume ces explications :

RADIATIONS SIMPLES	GRAINS DE FÉCULE qui laissent passer ces radiations
—	—
Rouge.	Orangés et violets.
Orangé.	Orangés.
Jaune.	Orangés et verts.
Vert.	Verts.
Bleu.	Verts et violets.
Violet.	Violets.

En résumé, l'opération photographique proprement dite comporte quatre phases :

1° Un premier développement, qui réduit le bromure d'argent en produisant de l'argent métallique sous les éléments qui ont transmis les radiations de la lumière;

2° Un bain de permanganate acide ou de bichromate acide, un oxydant, qui a pour but de dissoudre l'argent métallique produit par le premier développement;

3° Un second développement, qui évidemment ne peut plus agir sur l'argent métallique produit par le premier, puisque cet argent a disparu dans la deuxième opération, mais qui va agir sur les parties respectées par le premier développement. En effet, ce développement se fait en pleine lumière. Le bromure d'argent resté intact s'impressionne à son tour, et, sous l'action de ce second développement, il se produit de l'argent métallique sur toutes les parties de la plaque qui n'avaient pas été impressionnées dans la chambre noire;

4° Un fixage qui enlève l'excès de bromure d'argent non réduit dans les opérations précédentes.

Ces manipulations comportent un complément d'explication. La fleur rouge que nous voulons reproduire verra, nous l'avons dit, ses rayons rouges passer à travers les éléments orangés et violets, et ces mêmes rayons seront arrêtés par les éléments verts. Sur la plaque sensible, après le premier développement, l'image, si on pouvait la voir, serait opaque derrière les éléments qui ont laissé filtrer les rayons. Après le bain de permanganate, l'argent métallique étant dissous, les particules violettes et orangées se découvrent. Au deuxième développement, qui doit nécessairement se faire en plein jour, les parties de la plaque situées devant les éléments verts, les seuls qui restent, s'impressionnent à leur tour dans l'action du développement; il s'y forme de l'argent métallique, qui bouche, en quelque sorte, les éléments verts et partiellement les éléments violets, de telle façon que, par transparence, seuls les éléments orangés et une partie des violets demeurent visibles; or, ce sont là précisément ceux qui donnent la sensation parfaite de la couleur rouge.

On voit donc, d'une part, qu'il y a une inversion complète de l'image, et, d'autre part, que la plaque photographique joue le rôle d'un écran opaque ou transparent selon les cas. Cet écran cache ou découvre certaines parties de l'écran trichrome, et c'est par ce jeu de parties transparentes ou opaques qu'il laisse voir les couleurs de l'écran trichrome, lesquelles se comportent comme la nature elle-même.

En réalité, dans le procédé indiqué par MM. Lumière, il y a quelques opérations complémentaires qui ne sont pas essentielles, telles que l'éclaircissement du cliché après le deuxième développement et le renforcement pour lui donner plus de vigueur. Enfin les lavages doivent être sommaires pour ne pas trop fatiguer la couche sensible, qui est d'une extrême délicatesse, et qu'il sera bon de protéger, en fin de compte, par un vernis spécial.

Les opérations photographiques pour le traitement des plaques *autochromes* ou *omnicolores* sont un peu plus compliquées et un peu plus délicates que celles des plaques ordinaires. Mais elles ne dépassent en aucune façon les moyens dont dispose un amateur soigneux. Elles lui donnent, par contre, la possibilité de reproduire la Nature avec toute sa vérité et sa vie même.

La seule difficulté consiste dans l'appréciation exacte du temps de pose. Sans doute, les opérations photographiques laissent toujours une certaine marge et l'expérience donne la juste mesure. Mais le temps de pose est plus strict avec les plaques en couleurs qu'avec les autres, puisque le développement est nécessairement automatique.

Ces plaques produisent un cliché positif unique, que l'on ne peut encore songer à reproduire sur le papier; mais, puisqu'elles acceptent une projection agrandie, elles peuvent, théoriquement du moins, donner des agrandissements ou des réductions sur des plaques identiques. La reproduction en est possible sous cette forme.

On trouvera mieux sans aucun doute. Il n'en est pas moins certain que la Science et l'Industrie, dans une fraternelle union, viennent d'accomplir un prodige et marquent une étape nouvelle dans la voie du progrès.

Ch. Boulanger,
Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.

§ 6. — Agronomie

La protection et l'aménagement de la montagne. — Nous avons récemment attiré l'attention sur la diminution des précipitations et sur les nombreux faits de desséchement qui en résultent[1]. De nouvelles observations confirment le phénomène, en particulier, dans les départements du Calvados, d'Ille-et-Vilaine, de l'Hérault. La moyenne des pluies enregistrées à l'Observatoire du Parc-Saint-Maur a été de 597mm,7 en 1874-1883, 549mm,7 en 1884-1893 et 522mm,8 en 1894-1903. En Afrique, le capitaine Fourneau signale une nouvelle preuve du desséchement progressif de l'Afrique centrale : le niveau du Niger diminue d'une manière constante[2]. M. E. F. Gautier a reconnu qu'au Sahara actuel, l'époque quaternaire a été relativement humide; mais l'asséchement des oueds sahariens n'en serait pas moins dû à une cause purement mécanique : le progrès incessant des énormes masses de sable qui, d'El Goléa à Tindouf, ont barré aux eaux de l'Atlas le chemin du Sud[3].

En décrivant ensuite l'effet désastreux du ruissellement sur les pentes déboisées[4], nous avons montré que le remède, c'est l'arbre. Si, dans les pays de plaine qui sont plus spécialement consacrés aux cultures, il est préférable d'utiliser le rôle de régulateur que possèdent les grands réservoirs naturels, tels que lacs et étangs[5], en région montagneuse, le reboisement s'impose.

[1] Cf. *La Revue* du 15 septembre 1906.
[2] *La Géographie*, 15 mars 1907.
[3] *Annales de Géographie*, 15 janvier 1907.
[4] Cf. *La Revue* du 15 mars 1907.
[5] Cf. sur ce point spécial un second Rapport de M. de Grossouvre, ingénieur en chef des mines : *L'aménagement et la conservation des eaux*. Société d'Agriculture du Cher. Bourges, 1907.

La forêt constitue non seulement le moyen le plus efficace de conservation des terrains en pente, mais elle offre encore un revenu des plus fructueux au propriétaire du sol. Dans les départements du nord-est de la France, nombre de communes jouissent d'un revenu forestier qui leur permet de supprimer toute espèce d'impôt[1]. D'autre part, nous savons, par le Mémoire que M. A. Mélard a présenté au Congrès international de Sylviculture, tenu à Paris en 1900, que la production des bois d'œuvre dans le monde devient de plus en plus insuffisante. A l'heure actuelle, sept pays seulement jouissent d'un excédent de production : l'Autriche-Hongrie, la Suède et la Norvège, la Finlande et la Russie, les Etats-Unis et le Canada. Et encore cet excédent est-il fort menacé, en Autriche-Hongrie, en Russie et aux Etats-Unis, par l'accroissement de la production et le développement industriel, et, en Norvège, par l'appauvrissement même des forêts. L'intervention du temps comme facteur principal dans la production ligneuse a une conséquence économique très curieuse. En thèse générale, toute augmentation des prix payés par le consommateur a pour résultat d'accroître la production. Au contraire, quand il s'agit du bois, toute majoration des prix encourage les propriétaires imprévoyants à réaliser les capitaux forestiers; d'où résulte qu'à toute augmentation de la demande correspond une destruction et, par conséquent, une diminution de la production. L'augmentation de la valeur des bois d'œuvre est un des faits commerciaux qui méritent le plus d'attirer l'attention.

Si rémunérateur, cependant, que soit le reboisement, il forme un placement de longue immobilisation, praticable surtout pour les collectivités possédant des réserves disponibles. On évalue généralement à cinq ou six millions le nombre des hectares à reboiser dans la France entière, ce qui implique une dépense de près d'un milliard. Ces chiffres conduisent à cette conclusion qu'il n'y a que l'Etat, les communes et les associations très puissantes qui soient capables de tenter cet effort[2]. Aussi bien, faut-il souhaiter voir bientôt transformée en loi une proposition récemment déposée à la Chambre des Députés et autorisant les associations reconnues d'utilité publique ou déclarées à posséder des bois et des terrains à utiliser pour le reboisement. Cette proposition, qui modifie les articles 6 et 11 de la loi du 1er juillet 1901, et dont l'initiative vient de M. Paul Descombes, a été approuvée par le Congrès du Sud-Ouest navigable, ainsi que par de nombreux Conseils généraux.

Si le reboisement apparaît comme le moyen le plus énergique et le plus durable de fixation du sol montagneux, il n'est pas le seul. Surrell, dans son ouvrage classique sur les torrents des Hautes-Alpes, recommande aussi le gazonnement et l'embroussaillement. « Les herbes et les broussailles, aussi bien que les arbres, écrit-il, protègent la surface du sol, divisent les courants qui tendent à le raviner, empêchent la concentration subite des eaux, et en absorbent une certaine portion dans l'humus spongieux qui se forme à leur pied. Et s'il faut soixante ans pour créer une véritable forêt, si plusieurs siècles seront peut-être nécessaires pour parvenir à boiser certains revers déchirés, où les difficultés redoublent en nombre et en puissance, il suffira de quatre à cinq années pour permettre à cette même végétation de se rendre définitivement maîtresse d'un terrain. » Ce mode de protection, dont nous avons maintes fois constaté l'efficacité en de nombreuses régions du Jura et des Alpes suisses, est évidemment inférieur au reboisement comme résultat hydrologique, comme garantie de durée; il ne supporte pas la surcharge du pâturage, mais il a l'immense avantage de produire rapidement ses effets, et il reste la seule ressource pour la consolidation des revers pierreux, dépourvus de terre. Rien n'empêche d'ailleurs, sur les pentes qui s'y prêtent, de l'améliorer successivement en le parsemant d'arbres, de façon à constituer ces pâturages demi-boisés qui forment les meilleures régions d'élevage du Jura.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

[1] Paul Descombes : *Etude sur l'aménagement des montagnes dans la chaîne des Pyrénées*, 2e éd. 1 broch. Bordeaux, 1905.

[2] J. Girard : *Orientation vers le reboisement des capitaux collectifs*. 1 broch. Bordeaux, 1906.

§ 7. — Biologie

Les parathyroïdes de la tortue. — On sait, grâce aux travaux de Moussu, de Vassale, de Lusena, de Doyon, etc., que les thyroïdes et les parathyroïdes des Mammifères et des Oiseaux sont des organes essentiellement différents au point de vue physiologique : l'ablation des thyroïdes chez l'animal adulte ne déterminant aucun trouble apparent ou ne produisant que des troubles trophiques (homme, singe), leur ablation chez l'animal en voie de développement déterminant un trouble et un arrêt de développement, l'ablation des parathyroïdes provoquant rapidement la mort à la suite d'accidents paralytiques ou convulsifs.

Poursuivant cette étude chez les animaux à sang froid, M. Doyon vient de montrer que, chez la tortue d'Afrique adulte comme chez les animaux à sang chaud, l'ablation des thyroïdes paraît inoffensive, tandis que l'ablation des parathyroïdes provoque des paralysies et la mort.

Il existe, chez la tortue d'Afrique, deux parathyroïdes très petites (moins de 1 millimètre de diamètre), situées une de chaque côté, à la base du cou, loin de la thyroïde, très près et au-dessous du thymus, contre la crosse des aortes, au niveau du point où ces vaisseaux s'infléchissent en arrière. M. Doyon détruit ces parathyroïdes en les cautérisant avec une pince à mors très effilés. Il pratique une incision de chaque côté du cou et attire avec un crochet-mousse la crosse de l'aorte correspondante; la parathyroïde ayant été cautérisée, la plaie est suturée : l'opération peut être conduite sans la moindre hémorragie et sans lésion des tissus voisins.

La destruction de l'une seulement des parathyroïdes ne produit aucun accident appréciable, prochain ou éloigné; la destruction des deux parathyroïdes provoque des paralysies débutant toujours par le train antérieur, et la mort qui survient du troisième au huitième jour après l'opération.

La destruction ou l'ablation de la thyroïde, même totale, ne produit pas d'accidents, au moins chez la tortue adulte.

LA PROPAGATION DES ONDES SISMIQUES

PREMIÈRE PARTIE : ÉTUDE DE LA PREMIÈRE PHASE

L'étude de la propagation des ondes sismiques à travers le globe terrestre présente un grand intérêt au point de vue géophysique, car elle peut donner des renseignements sur la constitution intérieure de la Terre, renseignements qu'on a vainement attendus du calcul de la précession des équinoxes et de celui des marées.

A cause de l'extrême importance de la question et des difficultés sérieuses qu'on y rencontre, il faut procéder dans ces études avec la plus grande circonspection; il faut juger les méthodes avec la plus grande sévérité pour éloigner toute solution arbitraire. Depuis quelques années, une centaine de sismographes enregistreurs fontionnent disséminés dans le monde entier; une grande quantité de tremblements de terre ont été enregistrés, les résultats sont là; il ne reste qu'à chercher une fonction empirique, ou basée sur quelque théorie, qui donne des résultats se rapprochant le plus possible des données expérimentales. Ce rapprochement sera mesuré par la méthode des moindres carrés.

En examinant plusieurs sismogrammes de provenances différentes, on est frappé immédiatement par une première loi : la durée des vibrations dans un observatoire augmente avec la distance de celui-ci au centre sismique; la durée est donc une fonction de cette distance. Il en résulte que *le foyer émet dans un temps très court des ondes se propageant avec des vitesses différentes* et suivant des chemins différents.

Si l'on jette un coup d'œil sur un sismogramme obtenu par une station située à grande distance du centre sismique (fig. 1 et 2), on voit que les vibrations sont loin d'être uniformes; elles ne présentent pas non plus le caractère de vibrations s'amortissant continuellement; au contraire, ce sont des perturbations arrivant successivement avec des intensités différentes. On a donc bien toute une série d'ondes à examiner.

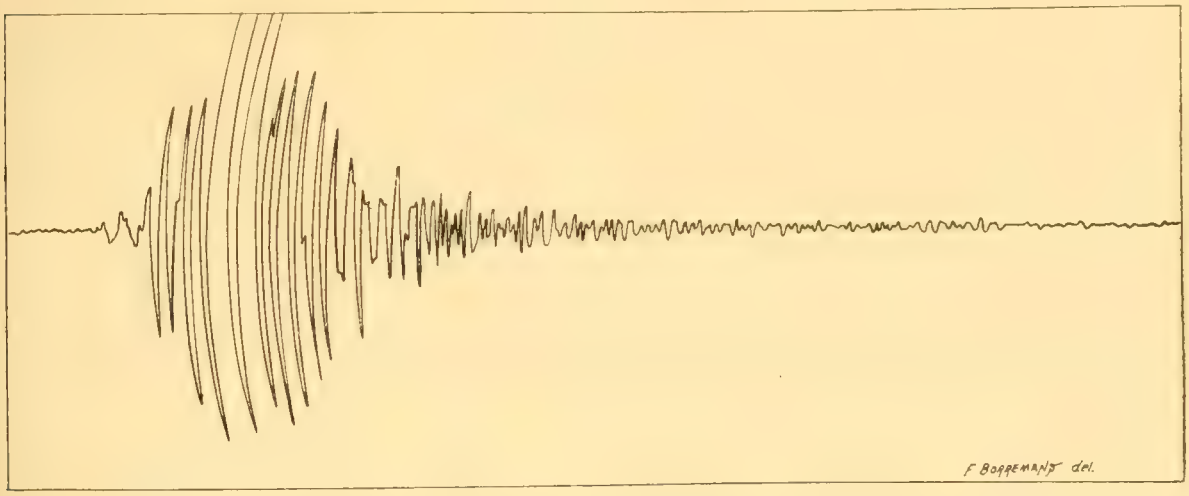


Fig. 1. — *Tremblement de terre de Calabre du 7 septembre 1905, enregistré à O-Gyalla, à 1.020 km. du foyer, par un pendule Bosch.* — La photographie ne contient pas toute la perturbation. (Photographié à l'Institut météorologique du Royaume de Hongrie.)

Le sismogramme est partagé, en général, en trois parties d'aspect assez différent : la partie préliminaire, la partie principale et la partie finale.

Les vibrations préliminaires sont partagées en deux phases. Les ondes de la première phase sont caractérisées par une amplitude et une période faibles; la seconde phase est formée d'ondes ayant une amplitude et une période légèrement supérieures à celles de la première, mais cette différence est si faible que, souvent, il est impossible de distinguer les deux phases.

Après les ondes de courte période des phases préliminaires viennent des ondes de grande période et d'amplitude moyenne. Ces ondes forment la troisième phase, la première de la partie principale. Le maximum des périodes tombe sur cette phase. La quatrième phase est formée des ondes d'amplitude maximum; leur période est bien infé-

rieure à celle de la phase précédente. Les périodes et les amplitudes des ondes de la cinquième phase sont un peu inférieures à celles de la quatrième phase, mais la différence est petite.

Après la cinquième phase commence la partie finale, composée d'ondes à période et amplitude inférieures à celles des ondes de la partie principale, mais supérieures à celles de la partie préliminaire.

En examinant divers sismogrammes, on remarque que la durée des phases en une même station est aussi une fonction de la distance du foyer à cette dernière et que cette durée diminue avec elle. On en peut tirer des conclusions importantes; ainsi :

1° Aucune des phases ne peut être considérée comme « la résonance continuée de la note propre du terrain », comme cela semble à M. Berloty[1] pour la phase finale; en effet, dans ce cas, cette phase ne devrait pas augmenter avec la distance du foyer;

2° Les vibrations ne peuvent être considérées comme résultant de divers chocs successifs au foyer, comme le dit, dans un travail remarquable, M. Horace Lamb[2];

3° Les vibrations enregistrées doivent correspondre à des vibrations réelles de l'écorce terrestre; elles ne peuvent être formées uniquement par des vibrations propres du sismographe.

Les mesures de l'angle d'émersion des ondes[1] ont montré que les foyers sismiques sont situés à 50-100 km. au plus sous la surface de la Terre; ainsi, pour des distances supérieures à 1.000 km., la profondeur du foyer peut être négligée dans les calculs et l'on peut supposer, au moins en première approximation, que le foyer est situé sur la surface de la Terre.

Le lieu du tremblement est en général à peu près connu. Nous avons vu que *la distance d'une station au foyer est une fonction de la durée des vibrations à cette station.* Si l'on réussissait à déterminer cette fonction, elle permettrait de calculer le lieu de l'origine en connaissant la durée de vibration en trois observatoires.

L'époque à l'origine n'est connue qu'approximativement; pour la déterminer plus exactement, il faudrait connaître la loi de propagation des vibrations. Ne la connaissant pas, on est conduit à faire des lois hypothétiques, et à choisir entre elles celle qui donne les meilleurs résultats.

Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer la propagation de ces ondes. Nous allons examiner les suivantes.

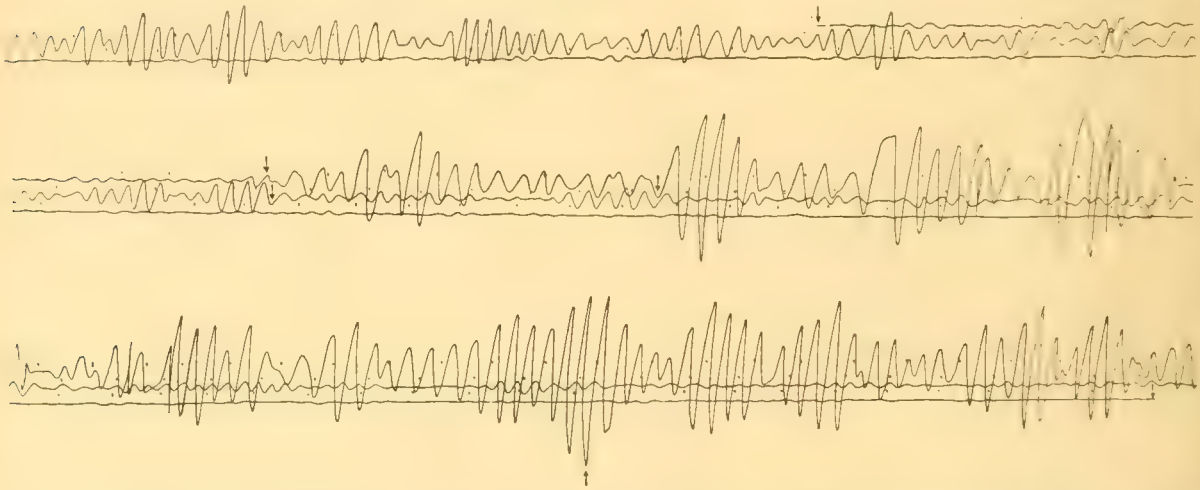


Fig. 2. — *Tremblement de terre observé à une station éloignée du foyer* ($d > 10.000$ km.). — Le foyer était situé dans l'ouest de la Colombie et de l'Equateur. Le sismogramme provient d'un pendule Bosch (période 23 secondes, agrandissement 9 fois) de l'Observatoire de Budapest. La première flèche, indiquant le commencement des perturbations, correspond au 31 janvier à 15 h. 51 min. 48 sec. (temps moyen civil de Greenwich). Les points visibles sur le sismogramme sont faits par un mouvement d'horlogerie marquant chaque minute. La durée totale est de 3 h. 5 min.

Il serait difficile de partager ce sismogramme dans les phases classiques; par contre, il démontre bien qu'on observe des ondes arrivant successivement du commencement jusqu'à la fin.

I. — Examen des diverses hypothèses sur la propagation des ondes.

1° MM. Omori, Imamura, Nagaoka et d'autres savants japonais supposent que la propagation des

[1] *Etudes*, 1906, p. 492.

[2] On the propagation of tremors over the surface of an elastic solid. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, série A, vol. CCIII, p. 42.

[1] Les secousses d'un tremblement de terre arrivent de l'intérieur de la Terre à une même station d'observation dans des directions données; l'angle que la direction du

ondes sismiques s'effectue à la surface de la Terre ou parallèlement à elle à une certaine profondeur.

Des expériences exécutées au Japon à l'aide des explosifs ont montré que la vitesse de propagation des ondes élastiques à la surface de la Terre est d'environ 3,3 km. par seconde.

Le mouvement vibratoire à l'intérieur d'un milieu continu se décompose en deux ondes : l'une longitudinale, l'autre transversale, suivant que les vibrations se font dans la direction de la propagation du mouvement, ou perpendiculairement à elle; tandis que les corps solides transmettent les deux sortes de vibrations, dans les liquides et dans les gaz les vibrations transversales ne se propagent pas[1].

La théorie de l'élasticité donne, pour la vitesse de l'onde longitudinale dans un milieu indéfini :

$$V_1 = \sqrt{\frac{E(1-\sigma)}{\delta(1+\sigma)(1-2\sigma)}},$$

où E est le nodule de Young ou coefficient d'élasticité, δ la densité, σ le rapport de la dilatation longitudinale à la contraction transversale, ou coefficient de Poisson. La vitesse de l'onde transversale est :

$$V_2 = \sqrt{\frac{E}{2(1+\sigma)\delta}}.$$

Nagaoka a déterminé ces constantes pour un grand nombre de roches, et il a trouvé comme vitesse de propagation des valeurs très en accord avec l'expérience citée[2].

Il a constaté que le rapport $\frac{E}{\delta}$ augmente à mesure qu'on remonte l'échelle géologique depuis les roches quaternaires jusqu'au terrain archéen. Ex. :

Tuf quaternaire	$0{,}023.10^{12}$
Granit	$0{,}164.10^{12}$
Schiste chloriteux	$0{,}197.10^{12}$

Si l'on suppose $\sigma = \frac{1}{3}$, valeur presque la même pour tous les corps, on trouve, pour la vitesse de l'onde longitudinale dans le granit, 4,96 km. sec.

En supposant la propagation parallèle à la surface, les ondes de la partie principale du sismogramme se propagent bien à la vitesse de 3-4 km. sec., mais la vitesse des frissons préliminaires peut atteindre 17 km. sec., ce qui correspond, en supposant cette onde longitudinale, à un milieu dont le rapport $\frac{E}{\delta}$ est égal à $1{,}94.10^{12}$. Or, la plus grande valeur $\frac{E}{\delta}$ mesurée a été de $0{,}892.10^{12}$ pour la topaze; la différence est donc importante. Pour expliquer cette vitesse excessive de propagation, Nagaoka a été amené à supposer l'existence d'une couche sous le terrain archéen, pour laquelle $\frac{E}{\delta}$ est maximum; il nomme cette couche « strate de vitesse de propagation maximum ». D'après lui, dans les couches plus profondes, ce rapport irait en décroissant. L'existence d'une pareille couche est possible, car d'un côté on constate l'augmentation du rapport avec l'ancienneté des couches, c'est-à-dire avec leur profondeur; d'un autre côté, il est indiscutable que la température augmente avec la profondeur; or, si la température augmente, le module d'élasticité et la densité diminuent; par contre, si la pression augmente, le module d'élasticité et la densité augmentent; il est donc possible que l'effet de ces différentes causes détermine cette couche « maximum »; les premières ondes se propageraient alors dans cette couche.

2° M. J. Milne a formulé, il y a un certain nombre d'années, l'hypothèse de la propagation en ondes sphériques, à vitesse constante; les rayons sont rectilignes, la propagation se faisant le long des cordes ; mais il l'a abandonnée dans la suite.

3° M. R. Kövesligethy, professeur à l'Université de Budapest, sécrétaire général de l'Association sismologique Internationale, partant de l'hypothèse que les rayons sismiques se réfractent d'après la formule de Newton :

$$\frac{n^2-1}{d} = \frac{n_1^2-1}{d_1},$$

a déterminé les rayons de vibration, en supposant la densité de la Terre donnée par la formule de Roche en fonction du rayon r :

$$\delta = \frac{1-0{,}764\frac{r^2}{R^2}}{0{,}236}\,2{,}5 \quad (R = \text{rayon de la Terre}).$$

Il trouva que ces trajectoires de vibration sont des coniques :

$n_1 > 1$	ellipse.
$n_1 = 1$	droites (parallèles).
$n_1 < 1$	hyperbole.

choc forme avec l'horizon est son angle d'émergence ou d'émersion. A proximité du foyer sismique, la direction de la secousse peut être observée directement; là des failles et des fissures se produisent, en général perpendiculairement à cette direction, dans le sol et dans les bâtiments.

Si le foyer est éloigné, l'angle d'émergence peut être déterminé en mesurant la composante verticale et horizontale de la secousse à l'aide de deux pendules, l'un vertical, l'autre horizontal, et dont les constantes respectives sont connues.

[1] Plusieurs sismologues, en admettant que les ondes de la seconde phase sont des ondes transversales, ont cru prouver que la Terre était solide jusqu'à une très grande profondeur, ou même entièrement. M. Osmond Fisher a combattu cette manière de voir. Oldham croit qu'il est possible qu'à une pression de plusieurs millions d'atmosphères les liquides mêmes transmettent des ondes transversales (R.-D. Oldham : Constitution of the interior of the Earth. *Quarterly Journal of the Geological Society*, août 1906).

[2] H. Nagaoka : *Publications of Earthquake investigation*, n° 4, Tokyo, 1900.

4° Láska, Milne, Benndorf, Rudzki, Oldham et d'autres ont proposé diverses hypothèses, dont nous examinerons quelques-unes au cours de ces recherches.

5° On peut supposer que les ondes de la première phase préliminaire sont des ondes élastiques longitudinales traversant la Terre, les ondes de la seconde phase des vibrations transversales ; en effet, le rapport de leur vitesse est égal environ à 2, ce qui est conforme à la théorie :

$$\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2 = \frac{2\,1-\sigma}{1-2\sigma}; \quad \text{si} \quad \sigma = \frac{1}{3}, \quad \frac{V_1}{V_2} = 2.$$

Les ondes de la phase principale se propageraient en ondes de surface. En 1885, Rayleigh, dans son travail : « On waves propagated along the plane surface of an elastic solid[1] », écrivait que les ondes de surface doivent jouer un rôle important dans

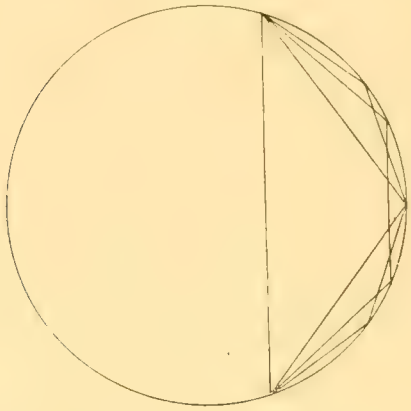


Fig. 3. — *Trajectoire des ondes réfléchies.*

les tremblements de terre ; se propageant en deux dimensions seulement, elles doivent acquérir sur les autres une prédominance toujours grandissante avec la distance au foyer, ce qui se vérifie remarquablement.

6° Ces hypothèses donnent une explication acceptable pour les ondes les plus rapides des trois premières phases, mais que dire des autres ondes de ces phases et des phases suivantes ? Ce qui est certain, c'est que ces ondes ne sont dues ni à la vibration propre des pendules, ni à celle du terrain, que ce sont *des ondes arrivant successivement.* Dernièrement, M. Wiechert a donné une explication de certaines ondes, qui, d'après lui, sont dues à des réflexions. On verra plus tard que, si l'on suppose que les ondes préliminaires traversent la Terre, la trajectoire de l'onde la plus rapide est très voisine d'une droite, car sa vitesse est constante ; dans ce cas, on peut concevoir que la première onde arrive en ligne droite, la seconde après une réflexion, la troisième après deux, et ainsi de suite, théoriquement, jusqu'à l'arrivée des ondes réfléchies une infinité de fois (fig. 3). Les temps d'arrivée des diverses ondes seraient alors :

$$\frac{2\sin\frac{\varphi}{2}}{V_1}, \quad \frac{4\sin\frac{\varphi}{4}}{V_1}, \quad \frac{6\sin\frac{\varphi}{6}}{V_1}, \quad \ldots\ldots, \quad \frac{\varphi}{V_1}.$$

On verra plus tard que la vitesse des ondes les plus rapides est environ 12 km./sec. ou 0,113 rayon/minute, ce qui donne, pour une station à 15.000 km. du foyer, les temps de passage suivants :

1re onde.	16,3 minutes.
2e —	19,8 —
3e —	20,35 —
4e —	20,6 —
. . . . .	. . . . .
∞.	20,85 minutes.

Il y aurait, entre la première et la seconde onde, un espace de temps de 3, 5 minutes, que rien ne pourrait combler, contrairement à ce qu'on voit dans tous les sismogrammes. De plus, les ondes devraient se succéder toujours plus rapidement, ce qui n'est pas le cas ; les ondes de la même phase arrivent presque dans des intervalles de temps constants. En mesurant les angles d'émersion, on pourrait vérifier expérimentalement la réflexion des ondes successives. On voit que les réflexions ne donnent pas l'explication du problème. Pour démontrer que, néanmoins, nos appareils enregistrent de telles ondes réfléchies, il faut faire des mesures d'angles d'émersion pouvant donner la preuve expérimentale. Ce qui est certain, c'est que les ondes réfléchies ne peuvent pas parcourir des distances telles que deux fois le diamètre de la Terre ; en effet, dans ce cas, il faudrait observer ces ondes aussi à des stations rapprochées du foyer. Le temps que l'onde réfléchie met pour arriver à la distance φ du centre est, en supposant que la propagation se fait en ondes sphériques :

$$t = \frac{4\cos\frac{\varphi}{4}}{V_1}.$$

S'il s'agit d'une station proche du foyer, on a approximativement $t = \frac{4}{V_1}$. Il en résulte qu'à une station distante du foyer de 500 km., l'arrivée de l'onde réfléchie doit avoir lieu environ 34,7 minutes après l'arrivée de la première onde directe ; or, cela n'a jamais été observé.

7° Enfin, ajoutons une nouvelle hypothèse aux précédentes. Supposons la Terre formée d'un noyau intérieur liquide portant une écorce mince : la perturbation se propagerait dans l'écorce terrestre

[1] Rayleigh : *Scientific Papers*, vol. II, p. 447.

en ondes de surface (Rayleigh), et sur la surface du noyau liquide en ondes de translation : phénomène analogue à celui d'un tremblement de terre se produisant sur le lit d'un océan et faisant naître une onde de translation. On a constaté que la vitesse de propagation de l'onde sismique marine est exactement la même que celle de la marée, ce qui, du reste, était à prévoir, car la vitesse de propagation d'une perturbation est indépendante de la cause qui la produit; elle ne dépend que du milieu[1].

Elle se propagera dans la mer environ à la vitesse de $V = \sqrt{2gh}$; il est évident que cette formule est inutilisable pour des profondeurs telles que le noyau intérieur; néanmoins, si l'on prenait $h = 6.370$ km., alors on aurait $v = 11,3$; pour $h = 2$ R, on a $v = 15,9$ km. sec. à la place des 14,1 km. sec. qu'on a trouvés, comme on verra, dans le cas de la propagation superficielle. Ces chiffres sont en tout cas du même ordre.

Cauchy a étudié le mouvement de la surface d'une masse fluide de profondeur indéfinie, primitivement en repos, puis mise en mouvement par une cause donnée appliquée au fluide sur une surface très restreinte. Il a trouvé que plusieurs ondes se propageront sur la surface et que le mouvement de propagation de ces ondes sera uniformément accéléré.

Dans une certaine hypothèse, Cauchy a obtenu les rapports d'accélération suivants pour les ondes successives :

1re onde	1	6e onde	0,092
2e —	0,369	7e —	0,077
3e —	0,212	8e —	0,068
4e —	0,148	9e —	0,058
5e —	0,114	10e —	0,052

Il trouvait pour l'accélération absolue de la première onde, dans un autre cas, 6,56 m. sec.[2]

Nous examinerons l'hypothèse de la propagation des perturbations sismiques en ondes accélérées, se propageant sur la surface du noyau intérieur. On peut alors considérer ces ondes comme les phases successives; il est compréhensible, dans ce cas, que l'écorce reste en mouvement pendant tout le passage de ces ondes, comme un navire sous l'effet de la houle. On peut aussi concevoir que ces ondes provoquent, au contact de l'écorce, en chaque point, *des perturbations secondaires*, perturbations qui se propagent dans cette dernière et qui peuvent être enregistrées à la surface, en se succédant continuellement dès que la première onde est arrivée.

M. O. Hecker, de Potsdam, a exposé, à la quinzième Conférence de l'Association Géodésique Internationale en septembre 1906 à Budapest, des diagrammes obtenus représentant le mouvement des bateaux sous l'influence de la houle; il a utilisé ces diagrammes pour la détermination de la gravité en mer entre Sydney, San-Francisco et Yokohama. Ces diagrammes ressemblent extraordinairement à la partie principale des sismogrammes, obtenus à grande distance du foyer.

Il faut encore faire remarquer un fait très important : c'est que les tremblements de terre *d'origine volcanique*, dont le foyer est situé sûrement plus près de la surface de la Terre que celui des autres tremblements, n'ont jamais été enregistrés à des distances un peu grandes, même quand ils étaient très puissants[1].

Si la Terre était solide, *sans discontinuité entre l'écorce et le noyau*, ce phénomène serait inexplicable; en effet, les ondes de même intensité traverseraient la Terre également bien en venant de n'importe quelle origine.

Ce phénomène est également défavorable à l'hypothèse de la propagation en ondes de surface; en effet, ces dernières devraient se propager également bien, quelque petite que soit la profondeur du foyer.

Dans notre hypothèse, où la propagation des perturbations se fait par le noyau, il est compréhensible que les tremblements ayant le foyer entre le noyau et l'écorce se propageront à très grande distance; ceux dont le foyer est éloigné du noyau intérieur n'ébranleront l'écorce que très peu, de manière que la perturbation ne pourra se propager au loin.

Si les premières ondes des phases pouvaient encore être expliquées en supposant la Terre continue, *les autres resteront inexplicables*. De plus, quoique les mesures d'angle d'émersion soient encore peu avancées, on a déjà établi que même les ondes de la partie principale et finale possèdent des angles d'émersion différents de zéro. Il en résulte que ces dernières se propagent à une certaine profondeur, et, si ce sont des ondes de surface, il doit exister une surface de discontinuité à l'intérieur.

En résumé, toutes ces raisons paraissent établir, *indépendamment de nos hypothèses, l'existence du noyau intérieur*.

Notons encore l'explication de la prédominance des phases principales du sismogramme dans l'hypothèse que toute la perturbation sismique se propage en ondes de surface.

Plusieurs sismologues ont remarqué que, dans la phase principale, la période des ondes est toujours très proche de celle du sismographe; la théorie de ces appareils nous indique que les ampli-

[1] Lapparent : *Géologie*, p. 531.
[2] Augustin Cauchy : Œuvres complètes, t. I.

[1] B. Berloty : *Etudes*, 1906, p. 71.

tudes doivent être, dans ces conditions, maximum, ce qu'on constate réellement.

Avant de commencer l'étude des différentes phases, il nous faut connaître les causes d'erreur qui influent sur les données. La principale résulte du fait que les sismographes n'ont pas la même sensibilité; les premières vibrations enregistrées ne correspondent pas nécessairement à la même secousse. Les catalogues sismiques montrent que, dans un même observatoire, deux sismographes peuvent partir à des époques distantes de plusieurs minutes; à des stations différentes, mais également distantes du foyer, les premières ondes peuvent être enregistrées en des temps très différents. Les phases préliminaires ayant des amplitudes très faibles, il peut arriver qu'une partie de ces phases se trouve perdue ou bien que des sismographes encore moins sensibles ne partent qu'à la phase principale.

Pour avoir des résultats acceptables, il faudrait ou bien avoir partout des appareils de même construction, apériodiques et autant que possible de même sensibilité, ou bien, ce qui serait mieux, déterminer de temps en temps d'une manière exacte les constantes des sismographes pour pouvoir comparer les résultats. En tout cas, les résultats donneront, pour la vitesse des premières ondes, une limite inférieure. (Dans ce qui suit, on entendra par vitesse d'une phase la vitesse de l'onde la plus rapide de la phase.)

Si l'étude de la première phase présente déjà des difficultés, celle des autres phases en offre encore davantage; en effet, dans ce cas, il faut déterminer dans les divers sismogrammes des vibrations correspondantes, c'est-à-dire sensées provoquées par la même onde sismique. Les causes d'erreurs augmenteront encore par le fait que les lectures seront faites par des personnes différentes. On devra utiliser beaucoup d'observations; le poids d'une observation sera petit et il faudra être modeste dans les conclusions.

Les autres causes d'erreurs sont moins importantes. En général, on assimile le foyer à un point, tandis qu'en réalité il peut avoir des dimensions considérables; l'erreur commise peut être appréciable pour les petites distances, mais pour les grandes elle sera négligeable.

II. — Étude de la première phase.

Nous allons commencer par l'étude de l'onde la plus rapide de la première phase au point de vue des différentes hypothèses. Dans ces calculs, on supposera la terre sphérique et on négligera la profondeur du foyer; la précision obtenue sera bien suffisante pour une première approximation, au delà de laquelle, avec les observations actuelles, il serait téméraire de se hasarder.

Les dates seront exprimées en temps moyen de Greenwich de 0 à vingt-quatre heures.

§ 1. — Tremblement de terre de Ceram du 29 septembre 1899.

Ce sisme a été très soigneusement analysé par M. E. Rudolph, dans un article du *Beitraege zur Geophysik*, en 1903. La seule objection qu'on puisse faire contre sa manière de procéder, c'est que la détermination du commencement de la perturbation au foyer est faite arbitrairement. D'après l'auteur[1], seize stations ont enregistré le commencement de la première phase; de ces seize observations, il en prend deux quelconques, et en supposant la vitesse constante et la perturbation se propageant le long du grand cercle, il calcule l'époque de l'origine par la formule :

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{t_1 - t_0}{t_2 - t_0},$$

où d_1 et d_2 sont les distances des stations à l'origine, comptées le long de l'arc de grand cercle, t_1 et t_2 les temps d'observation aux stations, enfin t_0 le temps à l'origine.

Il répète le calcul dix fois, sur dix combinaisons deux à deux des seize stations, et il prend la moyenne des dix valeurs de t_0 ainsi obtenues. Il est évident que le résultat aurait été différent si, des 120 combinaisons possibles, on avait choisi dix autres combinaisons. Le résultat est donc arbitraire.

En admettant une vitesse de propagation constante, le seul moyen rigoureux de calculer le temps de l'origine, en même temps que la vitesse, est la méthode des moindres carrés. Chaque observation nous donne une relation à deux inconnues :

$$t_i - t_0 - \frac{d_i}{v};$$

comme on a plus de deux observations, le système d'équations obtenu est incompatible. Pour le rendre compatible, nous supposerons les observations t_i affectées d'erreurs Δ; le système deviendra :

$$t_0 + d_i \frac{1}{v} - t_i = \Delta_i \quad \Big\} \; n \text{ équations.}$$

Nous déterminerons la valeur la plus probable des inconnues, c'est-à-dire celle qui rend la somme des carrés des erreurs minimum[2].

Cette méthode donne, dans le cas de l'hypothèse

[1] *Beitraege*, t. VI, p. 292.

[2] La valeur des inconnues sera :

$$\frac{1}{v} = \frac{\overline{dt} - \overline{d}\,\overline{t}}{\overline{d^2} - \overline{d}^2}; \qquad t_0 = \overline{t} - \overline{d}\,\frac{1}{v};$$

de la propagation superficielle pour ce tremblement :

$v = 16{,}13$ km. sec.; $t_0 = 17^h5{,}91^m$; $\varepsilon_1 = 0{,}77^m$; $\Sigma\Delta^2 = 8{,}34$;

les distances d_i des stations à l'origine sont alors comptées le long des grands cercles.

Si nous supposons en second lieu une propagation en ondes sphériques, et si nous comptons les distances d_i le long des cordes reliant les stations à l'origine, on aura :

$v = 12{,}25$ km./sec.; $t_0 = 17^h4{,}47^m$; $\varepsilon_2 = 0{,}75^m$; $\Sigma\Delta^2 = 8{,}01$;

La formule utilisée dans cette hypothèse était :

$$\sqrt{2d_i} \cdot \frac{1}{\sqrt{\gamma}} + t_0 - t_i = \Delta_i .$$

La seconde hypothèse donnant une somme de carrés d'erreur légèrement moins grande que la première est meilleure ; nous trouverons plus tard d'autres raisons pour la préférer à la première.

L'époque obtenue du commencement à l'origine 17 h. 4,47 m. s'écarte de celle de Rudolph : 17 h. 1,08 m.[1]; par contre, elle s'accorde assez bien avec celle d'une détermination parue dans le *Natuurk.*

TABLEAU I. — *Tremblement de terre de Ceram.*

STATIONS	DISTANCE en degrés	t_i — 17 H.	ARC vitesse constante Δt	CORDES vitesse constante Δt	KOVESLIGETHY Δt	ARC accélération constante Δt
Batavia	21,80	7.30	— 1.11	— 0.45	— 0,87	— 0,12
Tokyo	40,25	11.00	0,47	0.56	— 0.19	0.36
Calcutta	46,90	11.40	0.41	0,03	— 0.09	— 0,21
Bombay	59.04	13.56	0.87	0,54	0.38	0,35
Dorpat	98.84	16.40	— 0.86	— 1.24	- 1.58	— 1.15
Victoria	104,26	18.52	0,64	0,36	— 0,58	0,46
Le Cap	104.64	18.50	0,56	0.31	— 0.40	0,40
Laibach	108,76	19.70	1.30	1.14	0.79	1.21
Hambourg	109,16	17.82	— 0,62	— 0.78	— 0.14	- 0.70
Trieste	109,40	18,49	0.02	— 0,13	— 0.47	— 0,05
Göttingen	109,88	18.47	— 0.05	— 0.19	— 0.55	— 0,12
Padova	110.72	17.42	— 1.20	— 1.32	— 1,66	— 1.24
Quarto	111,64	18.30	— 0.43	— 0.51	— 0.86	— 0,45
Strassburg	112,28	18,90	0,10	0.03	— 0.32	0,10
Paisley	115.20	19,90	0.77	0.79	0,36	0,83
Cordoba	143,36	21.80	— 0,57	0,87	— 0.16	0,35
$\Sigma\Delta t$ min.	»	»	0.00	+ 0,01	— 7,34	+ 0,02
$\Sigma(\Delta t)^2$ min.^{2}	»	»	8.34	8,01	10,22	6.55
t_0 — 17 h.	»	»	9^m41	4^m47	5^m38	5^m76
v en km./sec.	»	»	16.13	12.25	12.18	»
γ en megam./min.^{2}	»	»	»	»	»	0,06028
ε_2 en min.	»	»	0,77	0,75	1,01	0,68

L'hypothèse de la propagation en ondes accélérées donne des résultats encore plus avantageux ; en effet, on a dans ce cas : $\Sigma\Delta^2 = 6{,}55$.

(*Suite de la note de la page précédente.*)

la somme des carrés des erreurs :

$$\Sigma\Delta^2 = n\left[\overline{t^2} - \overline{t}^2 - (\overline{dt} - \overline{d}.\overline{t})\frac{1}{v}\right];$$

l'erreur moyenne de t_i,

$$\varepsilon_2 = \sqrt{\frac{\Sigma\Delta^2}{n-2}};$$

son erreur probable $0{,}6745\,\varepsilon_2$;
quant aux inconnues calculées par la méthode des moindres carrés, leur erreur moyenne sera :

pour v, $\varepsilon_v = \dfrac{\varepsilon_2[\overline{d^2} - \overline{d}^2]^{\frac{1}{2}}}{\sqrt{n(\overline{dt} - \overline{d}.\overline{t})}}$; pour t, $\varepsilon_t = \varepsilon_2\sqrt{\dfrac{\overline{d^2}}{(\overline{d^2} - \overline{d}^2)n}}$;

l'erreur probable :

pour v, $0{,}6745\,\varepsilon_v$; pour t, $0{,}6745\,\varepsilon_t$;

leurs poids :

$$\frac{1}{\varepsilon_v^2} \quad \text{et} \quad \frac{1}{\varepsilon_t^2},$$

$\overline{d}$ et $\overline{t}$ représentant les moyennes de d_i et t_i; $\overline{dt}$ la moyenne des produits $d_i t_i$; $\overline{d^2}$ la moyenne des carrés; $\overline{d}^2$ le carré de la moyenne $\overline{d}$; enfin n le nombre des observations.

Il est nécessaire d'insister sur ces formules, car plusieurs sismologues ont procédé contrairement au principe des moindres carrés; en effet, ce dernier exige que la somme des carrés des écarts entre la valeur *observée* et *calculée* de certaines quantités soit minimum; comme les seules données actuelles en sismologie sont des temps d'observations, il faut toujours raisonner sur la somme des carrés des écarts de temps δt; or, dans plusieurs publications, on trouve des calculs basés sur des raisonnements différents; par exemple $\Sigma(\delta v)^2 =$ minimum (voir LASKA : *Mitteilungen*, t. XIV, p. 4), ou bien $\Sigma(v\delta t)^2 =$ minimum (voir KÖVESLIGETHY : Determinatio elementorum seismicorum primae motus Ceramensis phaseos exhibita. *Abrégé du Bulletin de la Société Hongroise de Géographie*, p. 28, 1905).

Dans ces deux cas, les écarts considérés sont pris entre des valeurs dont aucune n'est mesurée directement, les deux valeurs étant simplement des résultats de deux calculs différents; cette manière de procéder est manifestement contraire au principe des moindres carrés. On trouve dans la littérature sismique d'autres exemples de ce genre.

[1] *Beitraege*, t. VI, p. 248.

[2] *Mitteilungen der Erdbebenkommission der Akademie der Wissenschaften in Wien*, t. XXIX.

Tijdschrift voor Ned. Indie (1900, p. 196) et égale à 17 h. 3, 4 m., avec celle de Benndorf[2], égale à

17 h. 3,5 m. et enfin avec celle de Kövesligethy[1], soit 17 h. 5,46 m. Par suite de la valeur trop faible du temps de l'origine obtenue arbitrairement par Rudolph, il trouve[2] que la vitesse de propagation augmente avec la distance de l'origine. L'erreur commise par lui est évidente; en effet, il détermine le temps de l'origine en supposant la vitesse de propagation *constante*, et, en acceptant les résultats ainsi obtenus, il conclut que la vitesse est variable. C'est une contradiction. Le tableau I montre les erreurs dont les diverses observations doivent être affectées dans le cas des diverses hypothèses; en somme, ces erreurs sont admissibles.

§ 2. — Tremblement de terre du Japon du 30 janvier 1902.

Ce tremblement a été décrit par M. Imamura[3].

Déterminons comme précédemment, par la méthode des moindres carrés, le temps à l'origine et

TABLEAU II. — *Tremblement de terre du Japon du 30 janvier 1902.*

STATIONS	DISTANCE en degrés	t_i en minutes	ARC Δ en minutes	CORDES Δ en minutes	ONDES accélérées Δ en min.
Mizusawa	2.1	1.0	— 0,68	— 0,40	0.82
Tokyo	5,6	1,7	— 0,46	— 0.24	0.04
Osaka	8.4	2.2	— 0,35	— 0.17	— 0.31
Irkoutsk	28.1	[illegible]	0.34	0.25	— 0.75
Calcutta	49.0	8.0	— 0,14	0,37	1.08
Taschkent	53.3	9.8	1.07	0,88	0.24
Batavia	57.3	10.0	0,72	0.50	0.01
Madras	60.9	10.6	0,82	0.62	0.42
Bombay	62.8	10.1	0.06	— 0,13	— 0.45
Victoria	62,8	10.2	0.16	— 0.03	— 0.35
Jurjew	67.3	11.8	0,14	0.08	0.80
Tiflis	68.8	11.4	0,53	0.39	0.25
Nikolajew	72,7	11,5	0,10	0,01	— 0.03
Hambourg	76.9	11.9	— 0.08	— 0.11	0 01
Strassburg	82.0	12.2	— 0,48	[illegible]	[illegible]
Trieste	82.0	11.8	— 0.88	— 0.81	— 0.58
Pola	82,6	12.6	— 0.17	— 0.08	0.17
Padova	83.0	12,7	— 0,12	— 0.02	0.24
Shide	83.4	12.3	— 0.58	— 0.47	— 0.19
Roma	85.6	13.0	0.18	— 0.02	0.32
Rocca di Papa	85.6	13.2	0,02	0.18	0,52
Ischia	86,3	12,9	— 0,38	— 0.20	0,18
Catane	88,0	13.0	— 0,51	— 0,29	0,11

la vitesse de propagation; nous obtenons dans l'hypothèse de la propagation le long de l'arc :

$v = 13{,}45$ km./sec.; $t_0 = 1{,}39^m$; $\varepsilon_2 = 0{,}57^m$; $\Sigma\Delta^2 = 6{,}72$;

dans celle de la propagation le long des cordes :

$v = 12.08$ km./sec.: $t_0 = 1{,}08^m$; $\varepsilon_2 = 0{,}44^m$; $\Sigma\Delta^2 = 3{,}98$;

dans l'hypothèse de la propagation le long de l'arc à accélération constante[1] :

$\gamma = 0{,}086$ mag. min.^{2}; $t_0 = -2{,}17^m$; $\varepsilon_2 = 0{,}47^m$; $\Sigma\Delta^2 = [illegible]$;

On voit que, dans ce cas, la seconde hypothèse est meilleure que les deux autres.

§ 3. — Tremblement du Japon du 31 janvier 1902.

Ce tremblement a été publié en même temps que le précédent par M. Imamura dans les *Publications* (n° 18) déjà citées.

Si l'on effectue le calcul sur les 14 stations disponibles, on obtient dans les trois hypothèses :

Propagation le long de l'arc :

$v = 13{,}01$ km./sec.: $t_0 = 0{,}808^m$; $\varepsilon_2 = 0{,}45^m$; $\Sigma\Delta^2 = 2.39$.

Propagation le long des cordes :

$v = 11.86$ km./sec.: $t_0 = 0{,}61^m$; $\varepsilon_2 = 0{,}35^m$; $\Sigma\Delta^2 = 1.45$;

Arc, accélération constante :

$\gamma = 0{,}08600$ mag. min.^{2}; $t_0 = -2{,}53^m$; $\varepsilon_2 = 0{,}17^m$; $\Sigma\Delta^2 = 2.02$;

La seconde hypothèse se trouve de nouveau être

TABLEAU III. — *Tremblement de terre du Japon du 31 janvier 1902.*

STATIONS	DISTANCE en degrés	t_i en minutes	ARC Δ en minutes	CORDES Δ en minutes	ONDES accélérées Δ en min.
Mizusawa	2.6	0.8	— 0,38	0.22	0,74
Tokyo	6.2	1.5	— 0.19	— 0.08	0,02
Osaka	8.7	1.9	— 0.15	— 0 07	— 0,32
Irkoutsk	27.8	5.3	0.53	0.29	— 0.66
Taschkent	53.1	8.4	0.03	— 0.24	— 0,81
Bombay	62.5	10.1	0.34	0.20	— 0,11
Jurjew	66.8	10.6	0.28	0.14	— 0,03
Tiflis	68.5	11.2	0.64	0.52	0,40
Nikolajew	72,3	11.5	0,40	0.33	0.34
Hambourg	76.6	11.7	— 0.01	0.00	0.14
Strassburg	81.5	12.3	— 0.11	0.01	0.29
Trieste	81.6	12.1	— 0.33	— 0.21	0.00
Shide	82.7	11.6	— 0.98	— 0 84	— 0.51
Roma	85.2	12.8	— 0.14	0.07	0.47

la meilleure; en effet, dans ce cas, la somme des carrés des erreurs est la plus petite.

§ 4. — Tremblement de terre du Guatemala du 19 avril 1902 à 2 heures.

Il a été décrit par Rockstroh dans *Nature* (t. LXVI et LXVII), et analysé par Imamura dans les *Publications* (n° 16). Les temps d'observation sont pris dans la communication de Imamura. La méthode des moindres carrés donne, avec l'hypothèse de

[1] *Abrégé du Bulletin de la Société Hongroise de Géographie*, 1905.

[2] *Beitraege zur Geophysik*, t. VI, p. 264.

[3] *Publications of Earthquake Investigation*, n° 18, Tokyo, 1904.

[1] En considérant la faible précision des méthodes et observations sismiques, le kilomètre et la seconde sont des unités trop petites: Laska, Benndorf et d'autres ont donc proposé comme unités le mégamètre (10^6 m.) et la minute, unités très pratiques, qui rendent l'application des formules très simple.

propagation le long des cordes, comme temps d'origine 2 h. 23,82 m., comme vitesse 11,08 km./sec. La somme des carrés des erreurs d'observations était 17,48, avec 15 stations utilisées.

TABLEAU IV. — *Tremblement de terre du Guatemala.*

STATIONS	DISTANCE en degrés	t_i en minutes	ARC Δ en minutes	CORDES Δ en minutes	ONDES accélérées Δ en min.
Toronto	30,8	30,5	0,23	1,59	1,38
Victoria	43,2	31,3	— 0,21	0,43	0,10
Edinburgh	77,0	36,0	0,76	0,25	0,31
Bidston	77,2	35,0	— 0,26	— 0,77	— 0,71
San Fernando	77,4	34,8	— 0,49	— 1,00	— 0,93
Shide	78,7	35,4	— 0,02	— 0,57	— 0,47
Kew	79,4	36,2	0,70	0,14	0,25
Wellington	100,7	38,0	0,21	— 0,57	— 0,25
Christchurch	103,6	37,2	— 0,90	— 1,68	— 1,34
Tokyo	110,5	38,8	— 0,05	— 0,76	— 0,41
Le Cap	114,0	38,4	— 0,82	— 1,49	— 1,15
Bombay	143,7	43,4	1,02	1,40	1,21
Calcutta	143,4	44,0	0,90	1,67	1,81
Perth	150,0	43,8	0,62	1,44	1,06
Batavia	160,7	43,7	— 1,54	— 0,01	— 0,92
$\Sigma\Delta^2$	»	»	7,71	17,48	13,72
ε_2	»	»	0,77	1,16	1,03
v km./sec.	»	»	17,2	11,08	»
γ megam./min.^{2}	»	»	»	»	0,05376
t_0	»	»	26^{m}46	2^{h}23^{m}82	2^{h}18^{m}84

Si nous comparons les vitesses obtenues à l'aide des deux hypothèses pour les quatre tremblements étudiés, nous avons en km./sec. :

	ARC	CORDES
Ceram (29 septembre 1899	16,1	12,2
Japon (30 janvier 1902	13,5	12,1
Japon (31 janvier 1902)	13,0	11,9
Guatemala (19 avril 1902)	17,2	11,1

Tandis que l'hypothèse de la propagation le long des grands cercles a donné des vitesses différentes,

TABLEAU V. — *Tremblement de terre de l'Alaska du 1er janvier 1902*[1].

STATIONS	DISTANCE en degrés	t_i	CORDES Δ	ONDES accélérées Δ
Victoria	33	26,5	— 0,21	— 0,16
Tokyo	37	27,3	— 0,03	— 0,07
Baltimore	64	32,2	0,89	0,83
Shide	77	32,4	— 0,64	— 0,60
$\Sigma\Delta^2$	»	»	1,25	1,08
t_0	»	»	5^{h}21^{m}4	5^{h}16^{m}09
ε_2	»	»	0,79	0,75
v km./sec.	»	»	11,35	»
γ megam./min.^{2}	»	»	»	0,0511

celle de la propagation en ondes sphériques a fourni, par contre, des vitesses concordantes. La seconde hypothèse est donc plus avantageuse.

[1] *Publications*, n° 16, 1904.

§ 5. — **Tremblement de terre de l'Alaska du 1er janvier 1902 à 5 h.**

Il a été analysé par Imamura. Le nombre des observations utilisables n'était que de quatre. En supposant que la perturbation se propage par ondes sphériques, le temps de l'origine, déterminé par la méthode des moindres carrés, est de 5 h. 21, 4 m., la vitesse de 11,35 km./sec. La somme des carrés des erreurs est 1,25.

§ 6. — **Tremblement de terre du Turkestan du 22 août 1902 à 3 h.**

Il a été analysé par Imamura dans les *Publications* (n° 16), où il indique comme temps d'origine 3 h. 1,6 m. La méthode des moindres carrés a donné, en supposant des ondes sphériques, 3 h. 1,28 m. comme temps d'origine et 11,19 km./sec.

TABLEAU VI. — *Tremblement de terre du Turkestan de 22 août.*

STATIONS	DISTANCE en degrés	t_i	CORDES Δ	ONDES accélérées Δ
Taschkent	4	2.2	0.13	2.56
Bombay	20	5.4	0.74	0.64
Irkoutsk	23	5.4	0.26	— 0.02
Madras	26	4.8	— 0.81	— 1.22
Tokyo	30	9.0	— 0.30	— 0.94
Shide	53	10.2	0.46	— 0.17
Edinburgh	54	9.5	— 0.38	— 1.00
Paisley	54	10.0	0.12	— 0.50
Batavia	54	9.9	0.02	— 0.60
San Fernando	63	9.1	— 2.06	— 2.58
Perth	80	13.6	0.20	— 0.08
Le Cap	89	14.8	0.32	0.15
Victoria	91	16.0	1.29	1.13
$\Sigma\Delta^2$	»		7.77	7.35
ε_2	»	»	0.84	0.82
t_0	»	»	3^{h}1^{m}28	2^{h}57^{m}04
v km./sec.	»	»	11,19	»
γ megam./min.^{2}	»	»	»	0,06958

comme vitesse, la somme des carrés des erreurs étant 7,77, pour 13 stations utilisées. La concordance des temps d'origine est excellente.

Dans l'hypothèse des ondes accélérées, la somme des carrés des écarts est inférieure (7,35).

§ 7. — **Tremblement de terre de Calabre du 8 septembre 1905.**

Il a été étudié par M. G. B. Rizzo[1]. Nous avons accepté les chiffres donnés par M. Rizzo sans les critiquer, en écartant toutefois trois observations manifestement mauvaises. Nous avons comparé l'hypothèse de la propagation en ondes sphériques à celle de la propagation en ondes superficielles accélérées. Les résultats sont donnés au tableau VII.

[1] *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino*, série II, t. LVII, 1906.

On voit que, dans ce cas, la seconde représentation est plus avantageuse.

TABLEAU VII. — *Tremblement de terre de Calabre du 8 septembre 1905.*

STATIONS	DISTANCE en mégamètres	t_1	CORDES Δ	ONDES accélérées Δ
Messine	0,084	0,1	— 0,70	1,41
Catane	0,174	0,3	— 0.63	0,99
Ischia	0,273	0.6	— 0,47	0,78
Rocca di Papa	0,434	0,8	— 0,51	0,31
Urbino	0,616	0,9	— 0,67	— 0,20
Sienne	0,640	1,0	— 0,61	— 0,18
Athènes	0,673	1,2	— 0,46	— 0,08
Carloforte	0,677	1,2	— 0,46	— 0,09
Florence	0,682	1,4	— 0,27	0,10
Quarto Castello	0,688	1,3	— 0,38	— 0,02
Pola	0,698	1,7	0,01	0,35
Fiume	0,727	1,8	0,06	0,36
Belgrade	0,757	2,2	0,42	0,68
Trieste	0,783	1,7	— 0,12	0,11
Venise	0,798	1,1	— 0,74	— 0,53
Laibach	0,798	1,1	— 0,74	— 0,53
Padova	0,811	1,7	— 0,16	0,03
Temesvar	0,879	1,8	— 0,16	— 0,05
Salo	0,883	1,8	— 0,16	— 0,06
Pavie	0,920	1,9	— 0,11	— 0,05
Turin	0,981	2,0	— 0,10	— 0,10
O-Gyalla	1,020	1,8	— 0,36	— 0.40
Kremsmunster	1,037	2,5	0,31	0,26
Vienne	1,048	2,1	— 0,10	— 0,17
Munich	1,098	2,5	0,23	0,11
Hohenheim	1,232	2,5	0,03	— 0,19
Strassburg	1,274	1,7	— 0,83	— 1,08
Cracovie	1,289	2,3	— 0,25	— 0,51
Heidelberg	1,297	2,5	— 0,06	— 0,33
Plauen	1,336	2,6	— 0,02	— 0.32
Tortosa	1,347	2,8	0,16	— 0,14
Jena	1,393	2,8	0,10	— 0,23
Leipzig	1,421	2,9	0,16	— 0,19
Gottingen	1,492	3,2	0,36	— 0,03
Potsdam	1,527	3,2	0,31	— 0,10
Uccle	1,618	3,4	0,38	— 0,08
Hamburg	1,703	3,7	0,56	0,06
Shide	1,896	3,7	0,27	— 0,24
Kew	1,900	3,8	0,37	— 0,20
San-Fernando	1,979	4,2	0,65	0,06
Batoum	1,998	3,9	0,32	— 0,27
Coimbra	2,104	4,1	0,37	— 0,25
Liverpool	2,178	4,0	0,16	— 0,48
Dorpat	2,306	4,6	0,58	— 0,08
Achalkalaki	2,336	4,8	0,74	0,07
Upsal	2,341	4,6	0.53	— 0,14
Edinburgh	2,376	4,8	0,67	0,01
Paisley	2,426	4,6	0,41	— 0,28
Tiflis	2,447	5,0	0,78	0,10
Moscou	2,464	5,1	0,86	0,17
Punta Delgada	3,619	7,3	1,42	0,75
Tachkent	4,467	7,2	0,15	— 0,39
Bombay	5,855	9,3	0,39	0,22
Irkoutsk	6,595	9,9	0,04	0,10
Kodaikanal	6,894	9,6	— 0,64	— 0,48
Calcutta	6,970	9,8	— 0,53	— 0,35
Toronto	7,537	10,8	— 0,23	0,13
Victoria B. C.	9,530	12,9	— 0,40	0,57
Osaka	9,747	13,3	— 0,24	0,80
Tokyo	9,812	12,9	— 0,70	0,35
$\Sigma\Delta_2$	»	»	13,65	9,99
ε_2	»	»	0,49	0,41
t_0	»	»	0m67	— 2m72
v km./sec	»	»	11,43	»
γ mégam./min.²	»	»	»	0,08406

En résumé, dans l'hypothèse de la propagation en ondes sphériques, les sept tremblements de terre qu'on vient d'étudier ont donné pour la vitesse des chiffres assez concordants.

Il reste à examiner s'il n'y a pas d'autres représentations encore plus avantageuses.

§ 8. — Hypothèse de Benndorf.

En 1905, Benndorf a (*Mitteilungen der Erdbebenkommission der Akademie der Wissenschaften in Wien*) proposé une formule pour exprimer le temps que l'onde de la première phase met à parcourir une distance donnée. Soit l la distance de l'origine à la station d'observation, mesurée le long d'un grand cercle et exprimée en mégamètres, t le

TABLEAU VIII. — *Comparaison de l'hypothèse de Benndorf avec les autres hypothèses.*

BENNDORF				CORDES	ONDES accélérées
l	t_1	n	Δ	Δ	Δ
0,5	1.1	15	— 0,14	— 0.11	0,47
0.6	1.4	2	0.00	0,05	0.43
0.7	1,5	10	— 0,07	0,01	0,22
0,8	1,7	10	— 0,03	0.07	0,13
1,0	1,9	8	— 0.16	— 0,01	— 0.20
2,5	3,5	2	— 0.89	— 0.48	— 1.50
3,0	5,0	3	— 0,12	0,33	— 0.76
4,5	6.3	2	— 0,90	— 0,37	— 1.40
5,0	7.6	2	— 0,25	0.28	— 0,68
5.5	7,5	3	— 0,98	— 0.46	— 1,32
6,0	8,3	4	— 0,79	— 0.29	— 1,04
6.5	10.1	6	0.33	0.89	0,26
7,0	9,4	1	— 0,84	— 0,41	— 0,92
7,5	10,8	13	0.01	0.40	0,01
8,0	10,6	18	0,71	— 0,38	— 0,63
8,5	11.8	8	— 0,02	0,27	0,13
9,0	12,4	59	0,10	0.33	0.31
9,5	12,4	59	— 0.36	— 0.20	— 0,10
10,0	13,0	27	— 0,20	— 0.10	0.10
11,0	13,6	2	— 0.42	— 0.15	— 0,08
11,5	15,0	2	0,74	0.51	0.95
12,0	14,8	6	0.05	— 0,11	0,39
12,5	14,7	3	— 0,39	— 0.61	— 0,07
13,0	16.6	2	1.20	0.91	1,48
16,0	17.8	3	0,95	0.36	0,71
16,5	17,8	1	0,78	0.15	0.40
18.0	17,7	1	0,38	— 0,39	— 0,61
$\Sigma\Delta^2$			37.12	23,47	47.47
t_0			0.4	0,51	— 2.90
ε_2			0,31	0,39	0,44
v en km./sec.			»	11.92	»
γ en mégam.-min.²			»	»	0.08414

temps cherché exprimé en minutes. Voici la formule de Benndorf :

$$t_1 = 0{,}04 + 1{,}7\,l - 0{,}042\,l^2;$$

d'après cette formule, la vitesse de la perturbation varie entre 0,558 et 50 mégamètres/minutes ou entre 9,7 et 833 km./sec. quand la distance varie de 0 à 20 mégamètres.

Benndorf a tiré sa formule de 252 observations de tremblements de terre enregistrées à différentes stations. La première colonne du tableau VIII contient les distances en mégamètres, la seconde le

temps que l'onde a mis à parcourir cette distance. Ce chiffre étant une moyenne de n observations, n est son poids; la troisième colonne contient ces nombres n. Pour se rendre compte des résultats de la formule de Benndorf, j'ai calculé les écarts entre les temps de l'observation et ceux donnés par la formule. Ces écarts figurent dans la quatrième colonne. La somme des carrés des écarts est 37,12.

En utilisant la méthode des moindres carrés poursuivie jusqu'ici, et en supposant que la perturbation se propage en ondes sphériques à vitesse constante, nous obtiendrons comme correction générale du temps de l'origine 0,51 m. (la formule de Benndorf donne 0,4), comme vitesse 11,92 km./sec. et comme somme des carrés des erreurs 23,69. Il en résulte que la formule de Benndorf, tout en étant plus compliquée, donne des résultats moins bons que la méthode simple à vitesse constante; donc il n'y a aucune raison d'introduire sa nouvelle hypothèse. Par contre, ces 252 observations, donnant une vitesse de 11,92 km./sec., viennent singulièrement appuyer nos résultats obtenus jusqu'ici: moyenne, 11,89 km./sec.

La cinquième colonne du tableau VIII contient les écarts Δ obtenus en supposant la propagation en ondes sphériques, la sixième les écarts Δ dans la supposition des ondes accélérées; cette dernière représentation est moins avantageuse; en effet, la somme des carrés des erreurs est 47,47.

§ 9. — Examen des objections d'Omori contre la propagation rectiligne.

Examinons les objections qu'on a faites contre la propagation rectiligne des vibrations. Omori a déterminé [1] la vitesse apparente superficielle de 9 tremblements de terre, entre Tokyo et l'Europe centrale; les observations de l'Europe centrale ont été réunies en une moyenne. Il a déterminé la vitesse par la formule :

$$v = \frac{d_1 - d_2}{t_1 - t_2}.$$

Le tableau IX donne ces vitesses, comptées le long de l'arc; on voit que la concordance n'est pas très bonne, les vitesses variant entre 12,63 et 17,09 km./sec. Omori en tire pour la vitesse superficielle 14,14 km./sec. Si nous calculons à l'aide de cette vitesse les temps $t_1 - t_2$, on obtient les écarts entre les temps observés et calculés, qui sont contenus dans la septième colonne. On a :

$$v = 14{,}14 \text{ km./sec.}; \quad \varepsilon_2 = 1{,}11 \text{ min.}; \quad \Sigma\Delta^2 = 8{,}59.$$

Si nous déterminons la vitesse par la méthode des moindres carrés, en supposant que la propagation se fait en ondes sphériques, on obtient :

$$v = 12{,}75 \text{ km./sec.}; \quad \varepsilon_2 = 1{,}07 \text{ min.}; \quad \Sigma\Delta^2 = 7{,}90.$$

TABLEAU IX. — *Vitesse de neuf tremblements de terre entre Tokyo et l'Europe centrale.*

NUMÉROS	DATES	TOKYO		EUROPE CENTRALE		ARC (OMORI)		CORDES	ONDES accélérées
		t_1	Distance de l'origine en km	t_1	Distance de l'origine en km	v	Δ	Δ	Δ
1	1899, 7 Mars	0h55m5	390	1h 6m95	9.630	13,43	0,55	0,41	— 0,04
2	8 Mai	3,28,9	880	3,39,6	9.533	13,44	0,50	0,42	0,71
3	17 Juin	1, 9,6	870	1,18,2	9.707	17,09	— 1,83	— 1,87	— 1,52
4	11 Juillet	7,40,1	800	7,49,0	9.573	16,46	— 1,48	— 1,59	— 1,30
5	24 Novembre	18,45,4	850	18,55,4	9.625	14,65	— 0,38	— 0,45	— 0,11
6	1900, 5 Novembre	7,41,7	230	»	»	»	»	»	»
7	1901, 24 Juin	7, 6,3	1.250	7,16,5	9.240	13,08	0,73	0,64	1,23
8	9 Août	9,24,9	610	9,36,0	9.022	12,63	1,15	0,93	0,79
9	10 Août	18,35,8	610	18,46,65	9.222	13,21	0,68	0,51	0,39

En refaisant le calcul au point de vue de la propagation en ondes accélérées, on trouve un résultat encore meilleur :

$$v = 0{,}09298 \text{ mégam./min.}; \quad \varepsilon_2 = 0{,}99 \text{ min.}; \quad \Sigma\Delta^2 = 6{,}81.$$

L argument de Omori contre la propagation rectiligne des perturbations de la première phase est l'observation du tremblement de terre de Caracas du 29 octobre 1900 :

Tokyo à 14.160 km. du foyer. 9h 29,37m
Europe centrale à 8.272 km. du foyer. 9h 22.17m

Il en résulte une vitesse de 13,62 km. le long de l'arc et 8,59 km./ sec. le long de la corde; la première ne s'écarte pas trop de la moyenne, la seconde s'en écarte trop. Cette observation est décidément favorable à la propagation le long des grands cercles. Comme il ne s'agit que d'une observation isolée, on ne peut l'accepter comme preuve, d'autant plus que, dans la série de Omori servant à déterminer la vitesse de 14,1 km./sec., il y a des écarts considérables avec cette moyenne. Une sensibilité moins grande de l'appareil de Tokyo expli-

[1] *Publications*, n° 13, 1903, p. 131.

querait tout, les amplitudes enregistrées à Tokyo n'étant que de $0^{mm},1$.

Le tremblement de terre de Caracas donne aussi des résultats défavorables avec la formule de Benndorf; en effet, celle-ci donne, comme différence de temps observé entre les observations de Tokyo et de l'Europe centrale, 4,4 minutes, au lieu des 7,2 observées réellement.

§ 10. — Observations d'Imamura.

Imamura a publié[1] la vitesse de 13 tremblements de terre correspondant à des observations faites à Hongo (Tokyo); il a calculé ces vitesses dans la supposition que les ondes se propagent sur la surface et il en a déduit pour la vitesse des premières ondes 13,1 km./sec. Redéterminons les temps d'observations correspondant à ces vitesses et calculons la somme des carrés des écarts entre ces temps observés et ceux calculés à l'aide de la valeur $v = 13,1$; nous obtenons 21,47, ce qui correspond à une erreur moyenne de 1,34 minutes, valeur beaucoup plus grande que les erreurs obtenues jusqu'ici. Même si on éloigne l'observation n° 276 manifestement mauvaise, la somme des carrés des erreurs reste 9,91 min^2.

Si l'on veut comparer les hypothèses de la propagation le long des cordes et le long de l'arc à l'aide des données d'Imamura, il faut se rendre compte que les temps que l'onde a mis à parcourir la distance d_i ont été déterminés par lui dans la seconde hypothèse; pour la première, il faudrait déterminer de nouveau les temps de l'origine et rectifier les temps t_i; nous nous contenterons de corriger ces temps dans le cas des 3 tremblements déjà étudiés (n°s 9, 239 et 271). Nous accepterons les autres; il est évident qu'en les corrigeant, le résultat serait encore plus favorable. Les observations[2] sont favorables à la propagation le long des cordes; en effet, la somme des carrés des écarts n'est que 2,60, contre 9,91 obtenu dans l'autre hypothèse.

§ 11. — Courbe de Milne.

Il y a encore d'autres appuis à la propagation en ondes sphériques; ainsi Milne a publié, dans le *Geographical Journal* (1903), une courbe représentant le temps que la première onde met à parcourir la distance entre l'origine et une station donnée quelconque. Cette courbe correspond bien à une propagation rectiligne.

§ 12. — Hypothèse de M. Kovesligethy.

L'hypothèse de Kövesligethy pour la propagation des ondes est, en principe, la suivante : On considère la Terre formée par des couches sphériques concentriques, la densité étant fonction du rayon r; celle-ci est donnée par la formule de Roche :

$$d = d_1 \frac{1 - \alpha \frac{r^2}{R^2}}{1 - \alpha},$$

où d_1 est la densité superficielle (2,5), α une constante (0,764) et R le rayon de la Terre. On suppose, de plus, que les rayons sismiques sont réfractés d'après la loi de Newton :

$$\frac{n^2 - 1}{d} = \frac{n_1^2 - 1}{d_1}.$$

n_1 étant l'indice de réfraction de la couche superficielle. On a :

$$t = \int \frac{ds}{v}, \qquad \text{et} \qquad vn = v_1 n_1.$$

Du théorème de Fermat $\delta t = 0$, il résulte en coordonnées polaires, le pôle étant au centre de la Terre :

$$(1) \qquad d\omega = \frac{n_1 \cos e \, dr}{r\sqrt{n^2 r^2 - n_1^2 \cos^2 e}}.$$

En substituant n en fonction de r d'après les formules de Roche et Newton, on obtient, en intégrant, l'équation des trajectoires de vibration. e représente l'angle d'émersion, c'est-à-dire l'angle que la tangente à la trajectoire forme avec l'horizon au point où cette dernière rencontre la surface de la Terre. Dans l'hypothèse Roche-Newton, ces trajectoires sont des coniques. On a :

$$v = \frac{ds}{dt} = \frac{n_1}{n} v_1; \qquad ds = \frac{n}{n_1} \frac{r^2}{\cos e} d\omega;$$

$$v_1 n_1 dt = \frac{n^2 r dr}{\sqrt{n^2 r^2 - n_1^2 \cos^2 e}};$$

$$(2) \qquad v_1 n_1 (t - t_0) = \int_{r_0} \frac{n^2 r dr}{\sqrt{n^2 r^2 - n_1^2 \cos^2 e}}.$$

Si nous intégrons l'équation (1) entre les limites : $r = r_0$, $\omega = 0$, et $r = R$, $\omega = \varphi$, représentant la distance superficielle de la station d'observation à l'épicentre, on obtient φ en fonction de e; à l'aide de cette relation, on élimite e de l'équation (2) pour avoir enfin une relation de la forme :

$$t - t_0 = F(v_1, n_1, b_0, l_0, r_0, b, l),$$

où φ a été remplacé par les coordonnées géographiques du lieu d'observation et du foyer sismique : b, l, et b_0, l_0; r_0 est la distance du foyer au centre de la Terre, t_0 l'époque du tremblement à l'origine. Si ces valeurs étaient connues, la formule :

$$(3) \qquad \Delta_i = t_i - t_0 - F(v_1, n_1, b_0, l_0, r_0, b, l)$$

donnerait l'erreur d'observation commise à la station s_i; à chaque station correspond une telle équation; si elles étaient linéaires, on pourrait déterminer les inconnues de manière que la somme des

[1] *Publications*, n° 16, 1904.

[2] Ces observations seront résumées dans le tableau I de la deuxième partie de cet article.

carrés des erreurs soit minimum; la méthode serait alors rigoureuse. Comme les équations sont loin d'être linéaires, il faut connaître les valeurs approchées de 5 des inconnues, soit v'_1, n'_1, l'_0, b'_0, r'_0; ensuite, on pose :

$$F(v_1, n_1, b_0, l_0, r_0, b, l) = F(v'_1 + \delta v_1, n'_1 + \delta n_1, b'_0 + \delta b_0, l'_0 + \delta l_0, r'_0 + \delta r_0);$$

puis on développe par la formule de Taylor; en supposant que les produits et les puissances supérieures des corrections sont négligeables, on obtient ainsi des équations linéaires à 6 inconnues :

$$\Delta_i = t_i - t_0 - F - \frac{dF}{dv_1}\delta v_1 - \frac{dF}{dn_1}\delta n_1 - \frac{dF}{db_0}\delta b_0 - \frac{dF}{dl_0}\delta l_0 - \frac{dF}{dr_0}\delta r_0.$$

On disposera de ces inconnues pour rendre la somme des carrés des écarts minimum, ce qui donne les 6 équations, dites « normales », qui déterminent les corrections :

$$\sum \Delta_i \frac{d\Delta_i}{d(\delta v_1)} = 0; \quad \sum \Delta_i \frac{d\Delta_i}{dt_0} = 0; \quad \sum \Delta_i \frac{d\Delta_i}{d(\delta n_1)} = 0;$$

$$\sum \Delta_i \frac{d\Delta_i}{d(\delta l_0)} = 0; \quad \sum \Delta_i \frac{d\Delta_i}{d(\delta b_0)} = 0; \quad \sum \Delta_i \frac{d\Delta_i}{d(\delta r_0)} = 0.$$

Kövesligethy a mis ces équations sous une forme facilement applicable au calcul [1]. Il reste à voir si ses formules satisfont réellement à la condition que les corrections d'ordre supérieur sont négligeables.

Nous pouvons profiter de l'application que Kövesligethy a faite de ces formules au tremblement de terre de Ceram du 29 septembre 1899 [2].

Après deux déterminations successives, il obtenait comme résultat final :

$l_0 = 123^\circ,192$	$v = 12,175$ km./sec.
$b_0 = 0^\circ,736$	$n_1^2 = 0,9884$
$t_0 = 17$ h. 5,376 min.	$h =$ indéterminé.

Calculons, d'après les formules indiquées au *Seismonomia*, les temps d'observations correspondant à ces valeurs aux différentes stations; nous obtiendrons des écarts Δ entre les temps observés et calculés; ils sont contenus dans l'avant-dernière colonne du tableau I (p. 537). On a eu :

$$\Sigma\Delta_i = 7,34 \text{ min.}, \quad \Sigma\Delta^2 = 10,22 \text{ min.}^2;$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{10,22}{16-6}} = 1,01 \text{ min.}$$

En supposant la propagation en ondes sphériques, nous avons trouvé pour le même tremblement de terre : 8,01 min.^{2}, chiffre bien inférieur à celui que nous venons d'obtenir; or, comme la propagation en ondes sphériques n'est qu'un *cas particulier* de l'hypothèse de Kövesligethy, son « équation aux corrections » aurait dû nous donner des résultats correspondant à une somme de carrés d'erreurs au plus égale à 8,01 min.^{2}; il en résulte que, malgré les diverses transformations et les changements de variables, l'équation aux corrections n'a pas été mise sous une forme telle que les produits et les carrés des erreurs soient négligeables.

Nous avons vu que l'une des équations normales était :

$$\sum \Delta_i \frac{d\Delta_i}{dt_0} = 0;$$

or, de l'équation (3), il résulte que :

$$\frac{d\Delta_i}{dt_0} = -1,$$

et par suite :

$$\Sigma\Delta_i = 0.$$

Comme nous avons obtenu une somme d'erreurs de $-7,34$ min., nous voyons que les résultats sont incompatibles avec les équations primitives, nouvelle preuve que l'équation aux corrections de Kövesligethy n'était pas utilisable dans les conditions où il se trouvait et où l'on se trouve forcément en général.

§ 13. — Seconde hypothèse de Benndorf.

Benndorf vient de publier un second article [1] où il part du même point que Kövesligethy; mais, sans fixer la fonction $n = f(r)$, il traite la question en général; il montre que des formules précédentes (1) et (2) on obtient simplement :

$$v_1 n_1 t - n_1 \varphi \cos e = \int_{r_0}^{1} \frac{\sqrt{n^2 r^2 - n_1^2 \cos^2 e}}{r} dr.$$

Cette formule peut servir à la détermination de la vitesse superficielle apparente des ondes. En effet, déterminons les variations de φ et de t quand le paramètre $\cos e$ varie :

$$v_1 n_1 \frac{\partial t}{\partial(\cos e)} - n_1 \varphi - n_1 \cos e \frac{\partial \varphi}{\partial(\cos e)} = -\int_{r_0}^{1} \frac{n_1^2 \cos e\, dr}{r\sqrt{n^2 r^2 - n_1^2 \cos^2 e}} = -n_1 \varphi,$$

d'où la vitesse superficielle apparente :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{v_1}{\cos e}.$$

Cette formule a été obtenue déjà par Kövesligethy dans le cas moins général.

Considérons $\cos e$ comme fonction de φ et intégrons :

$$t - t_0 = \frac{1}{v_1 n_1} \int_0^{\varphi} \cos e\, d\varphi;$$

cette formule importante permettra, en connaissant une quantité suffisamment grande de valeurs de e en fonction de φ, de déterminer t en fonction de cette dernière.

[1] Kövesligethy : *Seismonomia*, publié en latin à Modène.
[2] *Mathematikai Ertesitö*, t. XXIX, p. 83 (1906).

[1] *Mitteilungen der Erdbebenkommission in Wien*, n° 31, 1906.

Comme application, Benndorf a utilisé les 11 déterminations d'angle d'émersion de Schlütter (*Beitraege*, 1903), pour montrer graphiquement que les résultats de cette équation s'accordent assez bien avec ceux tirés de sa formule, que nous avons étudiés au tableau VIII. Nous avons vu que cette dernière a donné des résultats moins favorables que la simple propagation en ondes sphériques. En somme, jusqu'ici les méthodes basées sur la réfraction des ondes sismiques n'ont pas donné de bons résultats.

§ 14. — Résumé des résultats sur l'onde la plus rapide des tremblements.

1° Nous avons traité des tremblements de terre dans l'hypothèse de la propagation superficielle dans 6 cas comportant en tout 89 observations (§ 1 à 6).

Réunissons ces 89 observations et déterminons la vitesse rendant minimum la somme des carrés des erreurs correspondant à toutes ces observations, en redéterminant évidemment les temps d'origine de ces tremblements. Les équations deviennent :

$$d\frac{1}{V}+t_0-t=\Delta \quad d_1\frac{1}{V}+t'_0-t_1=\Delta \quad \ldots\ldots \text{ etc.:}$$

$$\ldots\ldots\ldots \quad \ldots\ldots\ldots$$

les équations normales :

$$\frac{1}{V}.\Sigma n\overline{d^2}+n\overline{t_0t}+n_1\overline{t'_0t_1}+n_2\overline{t^2_0t_0}+\ldots\ldots-\Sigma n\overline{dt}=0:$$

$$\frac{1}{V}\overline{dt}-\overline{t_0}-\overline{t}=0 \quad \frac{1}{V}\overline{d_1t}+\overline{t'_0}-\overline{t_1}=0 \quad \ldots\ldots \text{ etc.}$$

le résultat final est :

$$V=14{,}03\pm0{,}17 \text{ km./sec.}; \quad \Sigma\Delta^2=81{,}47; \quad \varepsilon_2=0{,}98; \quad n=89.$$

2° La propagation en ondes sphériques à vitesse constante a été étudiée dans dix cas (§ 1 à 10), en tout sur 417 observations.

En rendant minimum la somme des carrés des erreurs des 417 observations, on trouve :

$$V=11{,}968\pm0{,}042 \text{ km./sec.}; \quad \Sigma\Delta^2=94{,}95; \quad \varepsilon_2=0{,}48; \quad n=417.$$

3° L'hypothèse des ondes superficielles à accélération constante a été appliquée neuf fois (§ 1 à 9), en tout sur 405 observations.

En rendant minimum la somme des carrés des erreurs de ces 405 observations, nous obtenons :

$$v=0{,}0811\pm0{,}0018 \text{ mégam./min.}^2; \quad \Sigma\Delta^2=169{,}49; \quad \varepsilon_2=0{,}64; \quad n=405.$$

Nous pouvons donc conclure que, en première approximation, les perturbations sismiques les plus rapides se propagent en ondes sphériques à vitesse constante d'environ 12 km./ sec.

Il est intéressant de faire remarquer que Imamura a trouvé le même chiffre[1] en étudiant la vitesse de propagation de la première phase entre deux stations rapprochées, Tokyo et Osaka.

Dans un deuxième article, nous ferons l'étude de la seconde et de la troisième phases des tremblements de terre.

Ch. Jordan,
Docteur ès Sciences,
Directeur du Bureau hongrois des Calculs sismologiques.

LA SÉCRÉTION SALIVAIRE

La salive est un liquide digestif que sécrètent trois paires de glandes principales et une série de glandules disséminées dans toute l'étendue de la bouche. La quantité produite en vingt-quatre heures varie suivant l'espèce qu'on envisage. Chez les animaux qui consomment des aliments très secs, la sécrétion salivaire est très intense. Un cheval nourri de foin élabore, en une journée, jusqu'à 42 litres de salive; les ruminants peuvent en produire 56 litres.

Il est difficile de mesurer avec exactitude la quantité de salive que sécrète un homme; on peut l'évaluer approximativement à 500 ou 600 grammes. Ces chiffres ne représentent que des moyennes. Les variations quotidiennes sont considérables et, pour une bonne part, sont en rapport avec la nature de l'alimentation.

La salive est destinée à humecter les aliments, à permettre leur dégustation, à favoriser leur déglutition. Elle renferme un ferment principal, la ptyaline ou amylase, qui s'attaque aux féculents et transforme l'amidon en dextrine et en maltose. Accessoirement, elle agit sur d'autres substances alimentaires, notamment sur le saccharose, qu'elle est capable d'intervertir.

Le rôle primordial dévolu aux féculents dans l'alimentation des herbivores et des omnivores semblait devoir fixer l'attention sur les fonctions saccharifiantes de la salive. Cependant, la plupart des physiologistes attachent peu d'importance au pouvoir zymotique de cette sécrétion et insistent surtout sur son rôle mécanique.

Des travaux récents, poursuivis dans mon laboratoire[2], conduisent à une conclusion différente.

---

[1] *Publications*, n° 18, p. 97.

[2] Roger : Le réflexe œsophago-salivaire. *La Presse médicale*, 14 décembre 1904; 8 mars 1905. — Le réflexe gastro-salivaire. *Ibid.*, 13 juin 1906. — Alimentation et digestion, 1 vol. in-8° de 524 pages, Paris, 1907. — Action de la salive chauffée. *Soc. de Biologie*, 11 mai 1907. — Action du suc gastrique sur la salive. *Ibid.*, 1er juin 1907. Roger et Simon :

Aussi m'a-t-il semblé intéressant d'exposer, dans une revue d'ensemble, les résultats nouvellement acquis.

I

La vue ou l'odeur des aliments, le dépôt sur la muqueuse buccale de substances sapides provoquent immédiatement un écoulement de salive : c'est le *flux alimentaire*.

Si l'on dépose sur la muqueuse buccale un corps irritant, caustique ou nauséabond, une abondante sécrétion se produira qui diluera la substance nuisible, en atténuera les effets, en facilitera l'expulsion : c'est le *flux protecteur*.

Supposons maintenant qu'un corps étranger un peu volumineux, un bol alimentaire, s'arrête dans l'œsophage. Nous verrons encore intervenir la sécrétion salivaire. Un réflexe se produira, *réflexe œsophago-salivaire*, qui a pour point de départ la muqueuse œsophagienne et pour voie de conduction les nerfs pneumogastriques. Par sa viscosité, la salive aidera à la progression de l'obstacle. Mais elle remplira en même temps un rôle excito-moteur. On sait, en effet, que les excitations de l'œsophage n'aboutissent qu'à des constrictions locales; elles ne déterminent pas de péristaltisme. C'est ici qu'intervient la salive : elle excite le pharynx, provoque des mouvements de déglutition qui, sous forme d'ondes, se propagent à toute l'étendue de l'œsophage. On comprend maintenant le rôle et l'importance du réflexe œsophago-salivaire. Ce réflexe, je l'ai étudié chez le chien, le lapin, le cobaye. M. Carnot en a démontré l'existence chez l'homme. On peut, en tenant compte de l'effet final, considérer le flux salivaire ainsi produit comme un *flux excito-moteur*.

La salive peut intervenir pour combattre par son alcalinité l'hyperacidité gastrique. La sécrétion est encore mise en jeu par un réflexe, *réflexe gastro-salivaire*, prenant naissance dans l'estomac et suivant la voie des pneumogastriques. Chez un chien, porteur d'une fistule œsophagienne, j'introduis dans l'estomac de l'eau acidulée; au bout de quelques minutes, un abondant flux de salive se produira, qui cessera dès qu'on aura neutralisé le contenu stomacal. Le même phénomène peut s'observer chez l'homme souffrant d'hyperchlorhydrie. Le flux salivaire agit chimiquement : c'est un *flux alcalinisant*.

Le principal rôle de la salive consiste à saccharifier l'amidon.

On sait, depuis les travaux de MM. L. Maquenne et Eugène Roux, que l'amidon contient deux substances principales : l'une, l'amylose, facilement saccharifiable; l'autre, l'amylo-pectine, qui confère à l'empois sa consistance. En chauffant le malt à 80°, ces auteurs en ont détruit le ferment saccharifiant, tandis qu'ils ont vu subsister l'action liquéfiante. J'ai obtenu un résultat analogue avec la salive. Seulement, l'expérience est assez délicate : les deux ferments perdent leur activité à une température très voisine. A 70°, l'amylase est affaiblie, mais non détruite; à 76°, toute action est supprimée. C'est à 72° qu'on obtient les meilleurs résultats. La salive qui a été portée à cette température liquéfie encore l'empois, mais ne le saccharifie plus. On peut donc, comme pour le malt, parvenir à dissocier les deux effets.

L'action saccharifiante varie dans diverses conditions, physiologiques ou pathologiques.

Les recherches que M. Simon a poursuivies dans mon laboratoire établissent que, pendant les repas, la quantité et l'activité de la salive augmentent. L'intensité de la sécrétion dépend surtout de la sécheresse des aliments; elle est en rapport avec leur qualité physique. La puissance diastasique est en rapport avec leur qualité chimique; c'est au cours d'un repas composé exclusivement de féculents qu'elle atteint son maximum.

L'hypersécrétion et l'hyperactivité se prolongent pendant les deux heures qui suivent l'ingestion, c'est-à-dire pendant la durée de la digestion stomacale; entre la troisième et la cinquième heures après le repas, quantité et activité tombent au-dessous du taux primitif : c'est l'indice d'une sorte de fatigue, d'un épuisement de l'organe.

Ces recherches mettent bien en évidence la loi de l'*excitabilité spécifique* des glandes. Quand les féculents prédominent, le ferment amylolytique est sécrété en abondance.

Voici un autre exemple, encore plus saisissant peut-être, de la même loi d'adaptation.

Si l'on fait agir de la salive sur du saccharose, on obtiendra des traces de sucre interverti. Encore est-il que le résultat n'est pas constant. Sur huit échantillons de salive que j'ai examinés, je n'en ai trouvé que cinq renfermant une petite quantité d'invertine. Disons au sujet qui se prête à l'expérience de sucer un morceau de sucre; au bout de six ou huit minutes, la salive sera devenue capable d'intervertir nettement le saccharose; et cette propriété, elle l'aura perdue, plus ou moins complètement, au bout d'une demi-heure.

Quelques physiologistes admettent que la salive agit encore, mais d'une façon accessoire, sur d'autres substances; elle pourrait dédoubler certains glucosides et même peptonifier la fibrine. Enfin, elle est capable d'aider indirectement à la

Action synergique de la salive et du suc pancréatique. *Soc. de Biologie*, 8 juin 1907. — L. G. Simon : L'activité diastasique de la salive mixte. *Journ. de Physiol. et de Pathol. générale*, 15 mars 1907.

digestion gastrique; en se mélangeant au lait, elle rend ce liquide aéré et mousseux; le caillot qui se produit dans l'estomac est spongieux, et, partant, plus facilement attaquable par le suc gastrique.

Une fois déglutie, que devient la salive?

La ptyaline agit encore dans les milieux légèrement acides. Mais, dès que l'acidité augmente, elle ne tarde pas à perdre ses propriétés. C'est ce qui fait admettre que son action est transitoire et, par conséquent, peu importante. Dans le milieu acide de l'estomac, elle est rapidement annihilée.

Les intéressantes recherches de Grützner conduisent à une tout autre conclusion. Cet auteur fait avaler à des animaux d'espèces différentes, chiens, chats, lapins, cobayes, rats, grenouilles, des pâtées colorées diversement. Au bout d'un temps variable, il enlève l'estomac, le congèle et le coupe. Les substances introduites les dernières se trouvent toujours dans la partie moyenne. Les premiers aliments sont appliqués sur la paroi et forment une couche protectrice; le suc gastrique ne peut pénétrer jusqu'au centre de la masse; aussi la réaction y reste-t-elle alcaline, même après un séjour de deux ou trois heures, et l'action amylolytique de la salive continue facilement.

La stratification alimentaire est surtout nette dans la région du grand cul-de-sac; à mesure que la digestion se poursuit, les aliments sont repoussés vers l'entonnoir pylorique, où s'achève la liquéfaction; la masse alimentaire s'acidifie dans sa totalité et le rôle de la salive semble définitivement achevé.

II

La salive qui a perdu son action au contact du suc gastrique peut-elle être réactivée?

Nous arrivons ainsi à l'étude d'un problème tout nouveau.

Il résulte des recherches poursuivies dans mon laboratoire que la salive dont l'action a été détruite peut encore contribuer à la saccharification.

Envisageons l'influence la plus brutale, celle de la chaleur.

Je chauffe de la salive humaine au-dessus de 80°. Tous les physiologistes sont d'accord pour admettre qu'à cette température le ferment est complètement et irrémédiablement perdu. Si j'ajoute, en effet, de l'eau amidonnée, aucune saccharification ne se produit. Je prends de la salive et, après l'avoir centrifugée, je la distribue dans des tubes à raison de 2 centimètres cubes, puis je chauffe pendant dix ou quinze minutes au-dessus de 80°, entre 85 et 100°. A cette salive rendue inactive, j'ajoute 10 centimètres cubes d'eau amidonnée à 1 °/₀ et une goutte, soit 0 c. c. 05, de salive fraîche. Cette goutte de salive, versée dans une même quantité d'eau amidonnée, donne dans l'étuve à 37°, après un séjour d'une demi-heure, 0 gr. 007 de sucre, compté en glycose (moyenne de 14 dosages). Or, les tubes qui ont été additionnés de salive chauffée, c'est-à-dire de salive inactive, sont bien plus riches en sucre: ils en contiennent de 4 à 5 fois plus, soit en moyenne 0 gr. 032 (moyenne de 21 dosages).

Si l'on diminue la dose de salive chauffée, la saccharification est un peu moins intense; cependant, avec 1 centimètre cube, elle atteint encore 0,025 (moyenne de 13 exp.), au lieu de 0,007 gr.

La quantité de sucre produite est d'autant plus considérable que le chauffage a été moins élevé. Cependant, les différences ne sont pas très marquées, comme le démontrent les chiffres suivants (la quantité de salive soumise à la chaleur était de 2 centimètres cubes) :

TEMPÉRATURE	QUANTITÉ DE SUCRE
—	—
85°	0,047
90°	0,045
95°	0,041
100°	0,033

Si l'on augmente la dose de salive fraîche, les différences restent très nettes, mais sont moins considérables. En ajoutant à 1 centimètre cube de salive chauffée 2 gouttes de salive normale, on obtient 0,029 de sucre, alors que ces deux gouttes, à elles seules, donnent avec le même empois 0 gr. 014 (moyenne de 7 exp.).

En diminuant la dose de salive fraîche, on obtient des résultats plus intéressants. Voici une de mes expériences. Chaque tube renfermait 2 centimètres cubes de salive humaine, préalablement chauffée à 85° pendant 15 minutes; on avait ajouté 10 centimètres cubes d'eau amidonnée à 1 °/₀, et enfin on avait réactivé avec des quantités décroissantes de salive fraîche. On avait fait en même temps une deuxième série de tubes contenant l'empois pur et les mêmes doses de salive active :

QUANTITÉ de salive fraîche	QUANTITÉ DE SUCRE: Tubes contenant la salive chauffée	QUANTITÉ DE SUCRE: Tubes contenant l'eau amidonnée
—	—	—
cent. cubes	grammes	grammes
0,04	0,037	0,004
0,02	0,033	0,003
0,01	0,022	0,003
0,005	0,013	0,002
0,0025	0,007	0
0,00125	0,002	0
0,0006	0	0

La salive chauffée reprend-elle au contact de la salive fraîche son pouvoir antérieur? Il suffit de faire agir sur de l'eau amidonnée des doses croissantes de salive.

Voici les moyennes fournies par 34 dosages:

cent. cubes	grammes
0,05	0,007
0,1	0,014
0,2	0,023
0,25	0,034
0,5	0,047
1	0,07
2	0,074

Le mélange de 2 centimètres cubes de salive chauffée et d'une goutte de salive fraîche donne en moyenne 0,032 gr. de sucre; c'est ce que l'on obtient avec cinq gouttes de salive normale.

Les résultats que j'ai rapportés soulèvent toute une série d'hypothèses.

On peut se demander s'il n'existe pas dans la salive deux substances, une substance sensibilisatrice et une substance hydrolysante. Ce serait étendre à cette sécrétion les résultats obtenus dans l'étude d'un grand nombre de processus biologiques. Il est vrai que, dans nos expériences, le chauffage est tellement élevé qu'on hésite à admettre une pareille interprétation.

On peut supposer que l'action adjuvante de la salive chauffée est due à la présence des matières organiques; on sait que les peptones favorisent l'amylolyse, mais cette influence est beaucoup moins marquée que dans mes expériences. La salive conserve donc une certaine action spécifique.

Ces premières recherches nous éloignent des conditions physiologiques. Les expériences suivantes vont nous y ramener.

III

Prenons de la salive et mettons-la en contact avec du suc gastrique. Le pouvoir saccharifiant est rapidement perdu. Au bout de quelques heures ou même de quelques minutes, on peut neutraliser le mélange; la saccharification ne se produit plus.

Cette action défavorable dépend en grande partie de l'acide chlorhydrique. Cependant, à égalité de dose, l'acide agit moins énergiquement que le suc gastrique artificiel.

Après avoir été soumise à l'action, même prolongée, de l'acide chlorhydrique ou du suc gastrique, la salive n'est pas devenue complètement inactive. Pour qu'elle puisse servir à la saccharification, il suffit de lui ajouter une trace de salive fraîche.

Voici, à titre d'exemple, une de mes expériences:

Dans des tubes contenant chacun 1 centimètre cube de salive humaine, j'introduis 1 centimètre cube de suc gastrique artificiel ou d'eau acidulée. La teneur en acide varie, dans les deux séries, de 0,3 à 10 °/₀₀. Après être restés pendant dix-huit heures à 37°, les liquides sont neutralisés. Puis je verse dans chaque tube 10 centimètres cubes d'eau amidonnée à 1 °/₀. Des tubes ainsi préparés, les uns sont gardés comme témoins, les autres reçoivent chacun une goutte, soit 0 c.c. 05, de salive fraîche. Après un nouveau séjour d'une demi-heure à l'étuve, les fermentations sont arrêtées par immersion dans l'eau bouillante et les dosages sont pratiqués suivant les procédés habituels. Le tableau suivant rend compte des résultats. La série I se rapporte au suc gastrique, la série II à la dilution d'acide chlorhydrique. La colonne A comprend les tubes témoins; la colonne B comprend les tubes réactivés par la salive fraîche. Le sucre est compté en glycose :

TENEUR en HCl	I		II	
	A	B	A	B
10 °/₀₀	0	0,035	0	0,04
5 —	0	0,038	0	0,043
2,5 —	0	0,044	0,001	0,043
1,25 —	0,006	0,048	0,008	0,045
0,6 —	0,009	0,049	0,05	0,051
0,3 —	0,05	0,057	0,052	0,052

La goutte de salive qui a servi à réactiver les liquides donnait, dans 10 centimètres cubes d'eau amidonnée, 6 milligrammes de sucre; 1 centimètre cube donnait 54 milligrammes.

Il est intéressant de remarquer que l'action de l'acide chlorhydrique ou du suc gastrique ne se fait pas suivant une courbe régulière. En diminuant les doses de moitié, selon une progression géométrique descendante, on voit que les effets défavorables cessent brusquement. Dans l'expérience que je rapporte, un suc gastrique artificiel contenant 0,6 °/₀₀ HCl entravait fortement la saccharification ; celle-ci est presque normale avec une dose moitié moindre. Si l'on emploie une simple dilution d'acide, l'effet est le même, mais la quantité d'acide qui est supportée est deux fois plus considérable. Il va sans dire que ces chiffres n'ont pas une valeur absolue. Les effets varient suivant l'échantillon de salive, mais ils obéissent toujours à la même règle.

Si l'on compare ces expériences avec celles que j'ai poursuivies sur la salive chauffée, on trouve entre les deux séries de recherches les plus grandes analogies. La seule différence porte sur l'intensité de l'attaque. Le suc gastrique ou l'acide agissent moins énergiquement et moins profondément que la chaleur. Il est d'ailleurs possible que ce rapprochement soit plus apparent que réel. Peut-être les modifications sont-elles tout à fait différentes dans les deux cas.

Un autre résultat, assez curieux, c'est qu'avec une faible dose d'acide, la salive n'est pas complètement annihilée; elle saccharifie faiblement, mais

elle saccharifie encore; elle produit, par exemple, 8 ou 9 milligrammes de sucre. La salive normale, versée à la dose minime d'une fraction de goutte dans de l'eau amidonnée, donne une plus faible proportion de sucre, et cependant elle est capable de rendre à la ptyaline inactive la plus grande part de son influence. Il est donc nécessaire qu'il y ait au moins une trace de salive normale pour que le processus saccharifiant puisse reprendre. Le ferment affaibli ne peut jouer le même rôle.

L'action de la salive normale peut être mise en évidence par une autre méthode, en apparence plus conforme que la précédente à ce qui se passe dans les conditions physiologiques, en réalité plus complexe.

Dans 100 centimètres cubes d'empois d'amidon à 3 °/₀, je verse de la salive; j'agite rapidement le mélange; je prélève une petite quantité pour doser le sucre produit et je verse le reste dans 50 centimètres cubes d'un suc gastrique artificiel, dont l'acidité est de 2,4 °/₀₀. Je laisse en contact trois heures dans l'étuve à 37°. Au bout de ce temps, la quantité de glycose a légèrement augmenté. Elle était primitivement de 4 milligrammes; elle est montée à 5 milligrammes pour 10 centimètres cubes d'empois. La fermentation est d'ailleurs complètement arrêtée, et, si l'on neutralise le liquide, elle ne reprend pas. J'ajoute alors dans 10 centimètres cubes une goutte de salive et, au bout d'une demi-heure, je trouve 51 milligrammes de sucre; avec 2 gouttes, la quantité de sucre atteint 80 milligrammes. Dans les tubes témoins, contenant simplement de l'empois, les mêmes doses de salive donnent 5 et 20 milligrammes de sucre.

Les différences sont, on le voit, très considérables; mais il faut remarquer que la salive ajoutée à l'empois a eu le temps de produire, avant d'être soumise à l'action du suc gastrique, non seulement une petite quantité de sucre que le dosage met en évidence, mais aussi une certaine quantité d'amidon soluble et de différentes dextrines. Elle a donc commencé la saccharification et préparé la terminaison finale.

Si nous rapprochons nos diverses recherches, nous arriverons aux deux conclusions suivantes :

Le suc gastrique arrête rapidement l'action amylolytique de la salive, et la neutralisation du mélange ne permet pas au ferment de reprendre son action.

Il suffit d'ajouter une trace de salive fraîche pour qu'une abondante saccharification se produise.

Le résultat tient bien de la présence de la salive; la pepsine ou le chlorure de sodium résultant de la neutralisation de l'acide sont sans influence aucune.

IV

On peut admettre que, dans les conditions physiologiques, une petite quantité de salive échappe à l'action du suc gastrique et vient, dans le milieu alcalin du duodénum, réactiver la salive altérée. Mais on est immédiatement conduit à se demander si le suc pancréatique n'exerce pas une influence analogue. Ce suc contenant également un ferment amylolytique, il est tout naturel de supposer qu'il agit synergiquement avec la salive et sert à la réactiver.

Pour résoudre ce nouveau problème, j'ai entrepris, avec l'aide de M. Simon, plusieurs séries d'expériences. Le suc pancréatique a été recueilli sur des chiens auxquels on introduisait une canule dans le canal de Wirsung; la sécrétion a été provoquée par des injections intra-veineuses de sécrétine.

Nos expériences ont été conduites de la façon suivante : Nous mettons 10 centimètres cubes de salive humaine en contact avec 10 centimètres cubes de suc gastrique artificiel contenant 2,5 °/₀₀ de HCl. Nous laissons dix-huit heures à l'étuve; puis nous alcalinisons légèrement le mélange et nous le distribuons dans des tubes à raison de 2 centimètres cubes. Nous ajoutons 10 centimètres cubes d'eau amidonnée à 1 °/₀. Un tube est gardé comme témoin; aucune saccharification ne s'y produit; la salive a donc perdu sa propriété fondamentale. Dans les autres tubes, nous ajoutons du suc pancréatique; comme ce suc est très actif, nous n'employons que des fractions de gouttes. Par comparaison, nous additionnons un des tubes d'une goutte de salive humaine. Nous plaçons ces divers mélanges à l'étuve pendant une demi-heure. Puis nous arrêtons les fermentations en plongeant les tubes dans de l'eau bouillante et nous dosons le sucre formé. Nous avons toujours le soin de faire agir les mêmes quantités de salive et de suc pancréatique sur une dose identique d'eau amidonnée.

Voici les chiffres obtenus dans deux séries d'expériences. La colonne A comprend les tubes renfermant la salive annihilée par le suc gastrique; la colonne B comprend les tubes témoins renfermant l'eau amidonnée :

QUANTITÉ en gouttes	I		II	
	A	B	A	B
Suc pancréatique :				
1/64 . . .	0.008	0.004	0,029	0.006
1/32 . . .	0.015	0.008	0.033	0.007
1/16 . . .	0.027	0.01	0.041	0.008
1/8. . . .	0.039	0.023	0.045	0,009
1/4. . . .	0.046	0,034	0,046	0.013
1/2. . . .	0.047	0.039	0,047	0,018
1.	»	»	0.052	0.027
2.	»	»	0.057	0.033
Salive :				
1.	0.024	0.006	0.045	0.009
20	»	0.044	»	»

Les résultats des deux séries sont concordants; s'ils ne sont pas absolument superposables, c'est que nous mettons en présence deux liquides de sécrétion, dont la constitution, la résistance et l'activité sont évidemment variables.

On peut répéter avec le suc pancréatique l'expérience que nous avons faite avec la salive. Dans 200 centimètres cubes d'un empois d'amidon à 3 °/₀, nous versons 20 centimètres cubes de salive. Nous agitons vivement. Au bout de quinze secondes, nous prélevons 10 centimètres cubes du mélange; la quantité de sucre est de 0 gr. 003. Nous plongeons le reste dans 100 centimètres cubes d'un suc gastrique artificiel contenant 2,5 °/₀₀ de HCl. Nous laissons trois heures à l'étuve. La teneur en sucre est montée à 0 gr. 005. Nous alcalinisons légèrement le liquide, nous le distribuons dans des tubes à raison de 10 centimètres cubes. Nous ajoutons ensuite, ainsi que dans des tubes témoins contenant simplement de l'empois d'amidon, des quantités variables de suc pancréatique ou de salive. Au bout d'une demi-heure, nous faisons les dosages. Voici les résultats :

QUANTITÉS en gouttes	TUBES contenant 10 c.c. du mélange	TUBES contenant 10 c.c. d'empois d'amidon
Suc pancréatique :		
0	0,005	0
1/64.	0,013	traces
1/32.	0,019	0,002
1/16	0,028	0,005
1/8	0,044	0,008
1/4	0,062	0,021
1/2	0,069	0,031
1	0,09	0,04
2	0,09	0,056
4	0,09	0,08
Salive :		
1/2	0,034	0,002
1	0,051	0,005
2	0,079	0,019
12.	»	0,05
20.	»	0,063
40.	»	0,1

Un calcul très simple établit que chaque tube contenait 0 cc. 6, soit 12 gouttes, de salive annihilée par le suc gastrique. Ces 12 gouttes donnant 0 gr. 05 de sucre, c'est, semble-t-il, au contact de 2 gouttes de suc pancréatique que la salive a retrouvé son action. Il faut cependant remarquer que cette expérience est très complexe. La salive ne produit pas seulement du sucre. Au moment où le suc gastrique a agi, elle avait transformé une certaine quantité d'amidon en amidon soluble et en dextrines, substances facilement saccharifiables. Notre expérience n'a donc de la valeur que si on la rapproche des recherches précédentes.

V

Bien qu'incomplètes, les expériences que j'ai rapportées mettent en lumière divers résultats nouveaux ou peu connus. Elles établissent la multiplicité des actions exercées par la salive. Elles démontrent le rôle de cette sécrétion dans les mouvements de l'œsophage, dans la neutralisation de l'hyperacidité gastrique. Enfin, elles établissent nettement l'adaptation spécifique des ferments, de la ptyaline et de l'invertine salivaires.

Le fait le plus important, c'est que l'action zymotique de la salive continue au delà de l'estomac. Pour ne rien préjuger de la nature des phénomènes, il est plus exact de dire qu'après avoir été annihilée par le suc gastrique, la salive collabore activement, dans l'intestin, à la saccharification de l'amidon; elle agit synergiquement avec le suc pancréatique.

On voit avec quel soin est assurée, dans l'organisme, la saccharification de l'amidon. C'est que les féculents jouent dans l'alimentation et la nutrition un rôle primordial. Aussi les ferments amylolytiques sont-ils extrêmement répandus. On en trouve dans presque toutes les sécrétions, on en trouve dans les organes, dans les tissus, dans le sang. Si l'amidon pouvait échapper aux divers ferments qu'il rencontre dans le tube digestif, s'il pénétrait dans l'économie, il serait rapidement transformé en sucre et ainsi il pourrait encore remplir le rôle important qui lui est dévolu.

H. Roger,
Professeur de Pathologie expérimentale
à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris.

UNE PAGE DE L'HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES EN FRANCE AU XVIe SIÈCLE

Les travaux de Paul Tannery sur *les Œuvres de Fermat*, *les Œuvres de Descartes*, ses publications sur *une Correspondance d'Ecolâtres au XIe siècle* et *le Traité du quadrant de maître Robert Anglès* ont été une intéressante mise au point de l'état de la Science avant et après le XVIe siècle. Durant ce dernier, les Maîtres n'ont pas manqué, dont pourtant les noms sont peu ou point connus : Jacques Peletier du Mans, Jean Borrel Butéon et Guillaume Gosselin de Caen, ont été signalés à l'attention du public mathématique par un article excellent de M. Wertheim, de Francfort[1], sur la *Logistica* de Butéon (*Ioan Buteonis Logistica quœ et arithmetica vulgo dicitur*. Lyon, MDLIX) et par deux articles très documentés de M. H. Bosmans, de Bruxelles, l'un[2] sur le *De Arte magna* de Guillaume Gosselin (Paris, MDLXXVII), l'autre[3] sur l'*Algèbre* de Jacques Peletier (Paris, MDLIV). C'est à M. Bosmans que j'emprunte les éléments de cette rapide étude.

Il est curieux de constater les bégaiements, les gaucheries de ces premiers initiateurs de la théorie des équations; et l'on se prendrait volontiers à sourire de leur naïf enthousiasme à la découverte de tel procédé, aujourd'hui familier aux tout débutants, si l'on ne se souvenait que la Science est redevable à la patience et à l'ingéniosité de ces vieux chercheurs de la simple élégance de ses méthodes actuelles.

I. — Le calcul algébrique.

L'Algèbre, dit Gosselin, a pour but de déterminer la valeur des inconnues, ce qui se fait au moyen des équations. Dans l'idiome de Peletier, la *cos* est l'algèbre; les *nombres cossiques* sont les expressions renfermant l'inconnue; les *signes cossiques* les lettres et autres caractères graphiques par lesquels on les représente. Les *absolus* ou *nombres absolus* sont les termes tout connus; les *absolus des cossiques* les coefficients des inconnues. Il est à noter que jamais les quantités connues ne sont représentées par des lettres, mais toujours par des chiffres. Les *nombres radicaux* sont les puissances exactes des nombres entiers; chaque nombre radical porte lui-même un nom particulier. Le premier nombre radical est « le quarré, lequel nous appellerons « *nombre censique*; de ce mots *cens*, comme si un « nombre quarré fust le cens ou revenu de sa « racine multipliée par soy-mesme ». Le second nombre radical est le *cubique*, puis viennent le *censicensique*, le *sursolide* ou *premier relat*, le *censicubique*, etc... De même, chaque puissance a sa notation propre, variable avec chaque auteur. Peletier emploie quelques caractères qui ne font pas partie de l'alphabet. Gosselin en fixe le sens dans le tableau suivant :

L.2.Q.4.C.8.QQ.16.RP.32.QC.64.RS.128.CC.512 (1).

D'après cela, l'équation :

12 LM 1 QP 48 œqualia 144 M 24 LP 2 Q

se transcrit en écriture moderne :

$$12\,x - x^2 + 48 = 144 - 24\,x + 2\,x^2,$$

car il est à remarquer que les algébristes français ne se servent pas encore des signes + et —, bien qu'ils soient d'un usage courant en Allemagne[2]. Au lieu et place de ces signes, ils emploient les lettres P. et M. ou p. et m., ou même ne mettent rien, comme on le voit dans certains exemples de Gosselin :

$$1\,D\,\tfrac{1}{6}\,A\,\tfrac{1}{6}\,B\,\tfrac{1}{6}\,C \text{ œquale } 13 \quad \text{pour} \quad D + \tfrac{1}{6}A + \tfrac{1}{6}B + \tfrac{1}{6}C = 13.$$

Gosselin emploie pour les radicaux, soit simples (*latera*), soit composés (*latera ligata*), des notations auxquelles il faut s'habituer : ainsi LC8, LL16, LVL10PL5, LVCL5PLC10 doivent se lire :

$$\sqrt[3]{8}, \quad \sqrt[4]{16}, \quad \sqrt{\sqrt{10}+\sqrt{5}}, \quad \sqrt[3]{\sqrt{5}+\sqrt[3]{10}}.$$

Le calcul algébrique ne donne guère lieu à observations; on dirait de nos manuels d'Algèbre élémentaire, dont on aurait cherché à vieillir le style. Pourtant la théorie de la division est signalée avec insistance comme quelque chose de nouveau (*nam in Cardano modum hunc non invenies*) : « Il faut bien adviser qu'en la division les signes cossiques soyent mis tout consécutivement, de telle sorte que nul des entredeux soit obmis. » C'est dire qu'il faut ordonner les polynômes dividendes et diviseurs, en tenant compte des coefficients nuls. Peletier donne un exemple emprunté à Stifel, et s'écrie triomphant : « Par cette prattique se peut cognoistre, qu'il n'y a rien qui ne soit réduisible en art. » On peut noter aussi l'habitude de biffer au fur et à mesure les éléments employés, ainsi

[1] *Bibliotheca Mathematica*, 3e sér., t. II, pp. 213-219.
[2] *Bibliotheca Mathematica*, 3e sér., t. VII, pp. 44-66.
[3] *Revue des Questions scientifiques*, janvier 1907.

(1) RP., RS., signifient : *Relatum primum*, *Relatum secundum*.
[2] *Arithmetica integra*. *Authore* Michaele Stifelio. *Norimbergœ*, MDXLIIII.

que le déplacement fort usité du diviseur à chaque nouveau terme, afin de garantir la sûreté de l'opération.

Peletier passe à côté de la théorie des logarithmes sans en soupçonner l'importance. D'ailleurs, au XVIe siècle, ils étaient considérés comme sans utilité et simples jeux d'esprit (*jucunda tractatio*), récréations mathématiques sur la théorie des nombres.

II. — Les équations a une inconnue.

Peletier nomme *extraction de racines* la résolution des équations à une inconnue : ce nom étrange provient de la coutume systématique d'isoler, dans le premier membre, le plus haut *signe*, c'est-à-dire la plus haute puissance de l'inconnue dont on a, au préalable, ramené le coefficient à l'unité. Trouver la première puissance de cette inconnue, quand on en connaissait l'expression d'une puissance supérieure, se disait très naturellement : en extraire la racine.

Combien y a-t-il d'espèces d'équations? « Quelques géomètres, dit Gosselin, soutiennnent à tort que le nombre des équations est illimité. Mais si on veut bien faire réflexion que toute quantité continue est ligne, surface ou corps, on devra convenir qu'on ne peut raisonnablement admettre que trois espèces d'équations; et prévoyant les objections que soulèvera pareille assertion — on possédait la solution de l'équation du quatrième degré — il ajoute : *utut sit, nostra hœc est sententia, quam postea, juvante Deo, demonstrabimus.*

Pour la résolution de l'équation du premier degré, rien de saillant quant à la méthode. Peletier fait pourtant remarquer, à propos de la *transposition* des termes : « Tout cecy est fondé sur ceste commune conception d'entendement, qui est que si de deux égaux vous ostez portions égales, les remanents sont égaux. Vous voyez comme l'Algèbre fait son proffit de choses si confessées et si vulgaires, par le moyen desquelles se résolvent des difficultés qui semblent être impossibles à soudre. »

Il est intéressant, au point de vue historique, de relever, tant chez Butéon que chez Peletier et Gosselin, des exemples d'équations dont le premier membre est égalé à zéro. L'opinion qui a cru longtemps voir dans l'exemple proposé par Stifel un cas isolé, semble ainsi controuvée. Les algébristes de la seconde moitié du XVIe siècle employaient cette notation, que Descartes ne fit que systématiser.

La résolution de l'équation du second degré, ou extraction de racine censique, n'a rien de neuf. On ramène l'équation à l'une des trois formes :

$$x^2 = px + q, \qquad x^2 = q - px, \qquad x^2 = px - q.$$

Les formules de résolution sont déjà classiques : on n'est pourtant pas peu étonné de voir la querelle que Gosselin cherche à Nonius. Celui-ci, à propos de l'équation où le terme du second degré est affecté d'un coefficient, et que nous écririons :

$$ax^2 + bx = c$$

indique les transformations suivantes :

$$4a^2x^2 + 4abx = 4ac$$
$$(2ax + b)^2 = b^2 + 4ac$$
$$2x = \frac{\sqrt{b^2 + 4ac} - b}{a}.$$

Gosselin n'a pas assez d'ironie pour critiquer ce procédé! Pourquoi cette multiplication par $4a$? Pourquoi surtout prendre pour inconnue $2x$? on pourrait tout aussi bien prendre $3x$, $4x$, etc.!

Peletier signale l'équation $x^2 = px - q$ comme admettant deux solutions; de fait, elle a deux racines positives quand p et q sont positifs. Ignore-t-il les nombres négatifs? Il semble pourtant en avoir pressenti l'utilité, car, à propos de certain problème, il fait remarquer que l'on pourrait encore vérifier cet exemple, « mais c'est par nombres absurdes qui sont nombres feincts au-dessous de rien » et il ajoute : « Vous voyez les nombres feincts au-dessous de rien n'estre pas sans usage, car par eux se fait la preuve des exemples et se montre la vérification des règles. »

A l'occasion des équations du second degré, Peletier explique d'une façon élégante l'extraction de la racine carrée des polynômes, sans pourtant y attacher d'autre importance que celle d'un pur jeu d'esprit; car, dit-il, « l'opération, pour réussir, doit s'exécuter sur un exemple cherché et faict artificiellement ».

La partie la plus originale de l'Algèbre de Peletier est sa « nouvelle et compendieuse manière de trouver l'estimation et valeur des équations ». Cette invention compendieuse consiste à se servir des propriétés des racines pour résoudre les équations : on y trouve quelques-unes des plus anciennes propositions connues, énonçant certaines propriétés des racines en fonction des coefficients. Par exemple, si l'équation du second degré est de l'une des deux formes :

$$x^2 = (p + 1)x - p, \qquad x^2 = (p - 1)x + p,$$

$x = p$ est nécessairement racine de l'équation.

Si une équation du troisième degré (à coefficients entiers) d'une des formes :

$$x^3 = px^2 + q, \qquad x^3 = px^2 - q, \qquad x^3 = q - px^2,$$

admet une racine rationnelle entière, le carré de cette racine doit être un diviseur entier du terme tout connu.

Il réclame en termes exprès la paternité de ces théorèmes. Mais un des titres de gloire les plus sérieux que l'on puisse revendiquer pour sa

mémoire, est d'avoir indiqué, pour la recherche des *racines rompues rationales* d'une équation, un procédé, très imparfait sans doute, mais qui, en se perfectionnant, est devenu la théorie de la recherche des racines commensurables des équations.

On ne peut s'empêcher de constater combien infructueux et rares sont, chez les algébristes de cette époque, les essais de généralisation. Ils ont surtout souci « d'exemplifier l'énoncé des règles », et l'emploi des chiffres pour représenter les quantités connues devait s'opposer nécessairement à tout développement général. On remarque également combien sommaire est la discussion des problèmes, souvent réduite à une simple vérification.

Le chapitre que Gosselin consacre à l'équation du 3e degré est très court, fort incomplet, et ne signale même pas tout ce que l'on savait alors de la résolution de cette équation; il se contente de dire que le problème n'a pas encore reçu de solution complète, qu'il en reparlera plus tard...

III. — Les équations a plusieurs inconnues.

Les équations à plusieurs inconnues se rencontrent déjà chez Diophante; mais l'algébriste grec n'employait jamais plus d'un signe graphique pour désigner les inconnues. On discute pour savoir à qui revient l'honneur d'avoir le premier représenté les inconnues multiples par des lettres différentes... Quoi qu'il en soit, Peletier en fait usage, et s'efforce d'en faire apprécier l'utilité à ses compatriotes. Il y avait là une hardiesse qui est plus que d'un simple vulgarisateur; car, à cette époque, des maîtres tels que Scheubelius et Gemma Frisius faisaient fi de la découverte.

Mais autre chose était de concevoir simplement l'idée des équations à plusieurs lettres, autre chose de réussir à les résoudre avec une facile élégance. La théorie des *racines secondes* est loin d'être constituée. Ainsi Butéon, en 1559, pose le problème : *Inveniamus quatuor numeros quorum primus cum semisse reliquorum faciat 17*; *secundus cum aliorum triente 12*; *tertius cum aliorum quadrante 13*; *item quartus cum aliorum sextante 13*, c'est-à-dire, soit à résoudre le système :

$$x + \frac{1}{2}(y + z + t) = 17;$$

$$y + \frac{1}{3}(x + z + t) = 12;$$

$$z + \frac{1}{4}(x + y + t) = 13;$$

$$t + \frac{1}{6}(x + y + z) = 13.$$

Butéon en essaie la solution de trois manières différentes, et trois fois il s'embrouille; il arrive, par des soustractions, à réduire le nombre des inconnues à deux, mais ne parvient à achever que par tâtonnements. Le premier, Gosselin trouve moyen, en 1578, de résoudre le problème d'une manière sûre et méthodique, en éliminant régulièrement les inconnues et ramenant successivement le système à des systèmes d'équations à trois, deux et une inconnue. Il s'en montre très fier, surtout après l'aveu découragé de son devancier, qui avait caché sa déconvenue sous « l'obscurité innée de ces choses, que l'art peut bien éclaircir un peu, mais en aucune façon dissiper complètement ».

Quelle est la cause de cette étonnante impéritie? M. Bosmans signale comme probable l'influence de Diophante, lequel n'employait qu'une seule lettre pour désigner les inconnues; d'où nécessité, passée à l'état de principe avoué chez tous les algébristes, d'exprimer, le plus tôt possible, la valeur de toutes les inconnues en fonction d'une seule..., d'où complication des solutions.

La méthode de résolution d'un système d'équations par *quantités sourdes* est assez mal définie par Gosselin. Les quatre problèmes qu'il traite par cette méthode ont tous pour notes caractéristiques, d'abord l'emploi explicite d'une seconde inconnue, « la quantité sourde », ensuite une espèce d'élimination par substitution.

Mentionnons encore pour mémoire, chez Peletier, une espèce de commentaire du 10e livre des Éléments d'Euclide, relatif aux nombres incommensurables et à la théorie des radicaux; il apporte des simplifications au calcul des radicaux, à la transformation des radicaux superposés en somme ou différence de radicaux simples. L'initiative est heureuse à une époque où cette partie des Mathématiques est encore dans un état si rudimentaire.

Somme toute, du *De arte magna* de Gosselin, ouvrage que Kästner qualifiait de *sehr gut, nur kurz*, il ressort que cet auteur eut l'art de jeter la lumière sur les découvertes des autres, de les perfectionner et de les mettre à la portée du plus grand nombre. Quant à Peletier, plus hardi que son contemporain, il fit preuve d'un talent vraiment original et tint le premier rang parmi les mathématiciens français de son temps. Cela suffit, comme l'a dit M. Eneström, pour qu'il ne soit plus permis de passer son nom complètement sous silence dans l'histoire de l'Algèbre.

Charles Playoust.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Nielsen (N.), *Privat-Docent de Mathématiques à l'Université de Copenhague.* — **Handbuch der Theorie der Gamma-Funktionen.** Traité de la Théorie des Fonctions gamma. — 1 *vol. in-8° de 326 pages. (Prix : 16 fr.) B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1907.

La fonction gamma a joué un rôle important dans le développement de l'Analyse moderne, et cependant, depuis l'apparition du Traité de Legendre, aucun auteur ne lui a consacré un ouvrage spécial. Le présent volume est le résultat de plus de vingt années d'études et de recherches de l'auteur; c'est une revue d'ensemble des principales propriétés de la fonction gamma et des fonctions voisines, sous la forme la plus élémentaire possible. Aussi nous ne doutons pas qu'il ne rencontre un accueil favorable dans le milieu des mathématiciens.

Stodola (A.), *Professeur à l'École Polytechnique de Zurich.* — **Les Turbines à vapeur** (*Traduction française, d'après la 3e édition allemande, par* M. E. Hahn, *Directeur du Laboratoire de Mécanique à l'Université de Nancy*). — 1 *vol. gr. in-8° de 633 pages avec 434 figures. (Prix : 25 fr.) Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

Le traducteur de ce remarquable traité signale, dans sa préface, la pauvreté relative de notre littérature scientifique française dans l'important et fécond domaine des turbines à vapeur. Il n'existe, en effet, que deux ou trois ouvrages écrits dans notre langue sur la question, ouvrages d'un caractère plus descriptif que théorique, et un certain nombre de monographies, d'une valeur incontestable, mais éparses dans les revues techniques. L'œuvre de M. le Professeur Stodola, dont la troisième édition allemande va être épuisée, est, au contraire, un traité complet de la matière, dans lequel l'auteur expose une théorie savante, basée sur une connaissance parfaite des éléments du problème et sur de remarquables recherches originales; ce n'est pas une compilation érudite et documentée : c'est une étude approfondie et personnelle, à laquelle la grande autorité du professeur éminent de l'École Polytechnique de Zurich donne une valeur considérable. Il fallait donc que ce livre fût traduit et M. Hahn doit être félicité d'avoir osé entreprendre ce travail considérable, et de l'avoir mené à bonne fin.

Le livre de M. Stodola est écrit avec une méthode et dans un ordre que nous devons faire ressortir d'abord et dont témoignent les titres des sept chapitres qui le composent.

Chapitre I : Théorie élémentaire de la turbine;

Chapitre II : Influence des résistances opposées à l'écoulement de la vapeur;

Chapitre III : Théorie thermodynamique de la turbine;

Chapitre IV : Construction des pièces principales des turbines;

Chapitre V : Étude des systèmes principaux de turbines;

Chapitre VI : Problèmes spéciaux de la théorie et de la construction des turbines;

Chapitre VII : Considérations sur les machines thermiques et leur avenir.

La théorie élémentaire conduit à la détermination des dimensions, de la puissance et du rendement des turbines à l'aide du théorème sur les quantités de mouvement; mais une théorie plus complète exige d'abord l'étude de l'influence des résistances rencontrées par la vapeur, qui produisent des pertes d'énergie cinétique et des variations de température et de titre de la vapeur; ces effets doivent être connus avant d'aborder les équations donnant les transformations de l'énergie dans les aubages de la turbine et l'état final de la vapeur à sa sortie. M. Stodola emprunte à la Thermodynamique et à ses belles expériences personnelles les données dont il a besoin pour établir sa théorie et aboutir au calcul définitif des éléments d'une machine. Il s'attache en particulier à l'analyse des effets des ajutages de diverses formes, de la récupération de la chaleur engendrée par les frottements, de l'influence du frottement des roues, etc., et recourt avec habileté aux diagrammes entropiques, suivant les méthodes de Mollier et de Boulvin et en utilisant les abaques de Proell.

Les praticiens trouveront dans ce livre deux chapitres, spécialement écrits pour eux, consacrés à l'étude des principaux systèmes de turbines et de leurs détails de construction; l'auteur décrit avec précision les divers types et il enrichit ses exposés par de nombreux renseignements empruntés à son expérience et aux indications qui lui ont été fournies par ceux qui construisent et par ceux qui emploient les appareils. L'intelligente libéralité des mécaniciens lui a permis d'illustrer son texte par des figures soignées, qui sont de véritables dessins d'exécution, reproduits avec toutes les coupes utiles, et accompagnés de cotes exactes. La publication de semblables documents montre que les constructeurs ne craignent pas la concurrence.

Un curieux chapitre est celui dans lequel sont passés en revue les innombrables brevets pris chaque jour par des inventeurs en quête de nouveautés sensationnelles, et trop souvent ignorants des résultats les plus élémentaires de la théorie : M. Stodola y relève « une foule de propositions absurdes ». Il déclare, d'ailleurs, qu'il « ne faut plus s'attendre à voir paraître quelque grand principe inconnu, capable d'entraîner des modifications profondes dans les systèmes actuels ».

Sous le nom de problèmes spéciaux de la théorie sont étudiées quelques questions qui n'ont pu trouver place dans les chapitres précédents, ou bien que l'auteur a traitées sans doute dans l'intervalle de la publication des éditions successives de son ouvrage : nous y signalerons en particulier des considérations sur la vitesse critique des arbres de diamètre variable chargés uniformément sur toute leur longueur. Ce chapitre VI, ainsi que le dernier, consacré à des généralités sur les machines thermiques, gagnerait à être incorporé dans les études théoriques et pratiques qui forment le corps du traité. Ce remaniement sera opéré sans doute dans la nouvelle édition qui est en préparation.

L'examen sommaire de la turbine à gaz est rejeté à la fin du livre; on trouvera, dans les quelques pages qui lui sont consacrées, l'indication d'une méthode semi-analytique et semi-graphique de calcul des dimensions. M. Stodola ne paraît pas convaincu du grand avenir que quelques ingénieurs ont entrevu pour ce genre de machines et il déclare, non sans raison, que ces turbines ne permettront probablement pas de réaliser de progrès dans l'utilisation de la chaleur; il énumère, d'autre part, les difficultés toutes spéciales que présentera leur construction.

Le compte rendu que nous venons de faire de l'œuvre magistrale du savant professeur de Zurich est assurément trop bref pour mettre en pleine lumière toutes les richesses qu'elle renferme; mais ce que nous en avons dit suffira pour faire ressortir le grand savoir et la

richesse de documentation qui caractérisent ce livre remarquable et lui procurer de nombreux lecteurs.

Aimé Witz,
Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille.
Correspondant de l'Institut.

2° Sciences physiques

Bouty (E.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Troisième supplément au Cours de Physique de l'Ecole Polytechnique, par MM. Jamin et Bouty. Radiations, Electricité, Ionisation.** — 1 *vol. in-8° de* 420 *pages avec* 104 *figures.* (*Prix* : 8 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1907.

M. Bouty apporte un souci scrupuleux à maintenir à jour son cours de Physique générale, d'une très précieuse documentation, et qui demeure toujours unique en France. Dans ce troisième supplément[1], il s'est proposé de faire pénétrer dans l'Enseignement les théories nouvelles qui ont déjà relié et éclairé tant de faits épars et de résultats isolés; il a pu souvent prendre comme point de départ les remarquables Rapports du Congrès de 1900, qui avaient déjà mis au point toute une série de matières controversées ou imparfaitement connues jusque-là. Il s'est attaché particulièrement aux questions relatives à l'étude du rayonnement et de l'électricité, en insistant sur l'ionisation dans les gaz.

Une revue des principales questions exposées montrera les services que peut rendre cet ouvrage. On trouve au début les lois du rayonnement du corps noir, les lois de Stefan et de Wien relatives à l'énergie totale et au déplacement du maximum d'énergie en fonction de la température, puis les formules de Wien, et de Lummer et Jahnke concernant la loi de répartition de l'énergie, enfin les lois d'émission déterminées expérimentalement par Lummer et Kurlbaum. Le mode d'exposition de Larmor relatif à la pression de radiation permet de rattacher la loi de Stefan à la théorie électromagnétique et aux lois de la Thermodynamique. L'étude du rayonnement des gaz (Rubens et Pringsheim) est suivie des travaux relatifs à la classification des séries de raies des spectres d'émission, et de l'indication des limites nouvelles du spectre : la limite est particulièrement reculée du côté infra-rouge, par suite de l'existence des rayons restants de Rubens. Les pouvoirs réflecteur et dispersif des couches métalliques obtenues par projection cathodique fournissent l'occasion de revenir sur les théories de la dispersion et sur l'interprétation de la formule de Ketteler.

La question des ondes hertziennes indique d'abord les genres d'action capables de fournir des expériences de cours, ainsi que les résultats nouveaux relatifs à la polarisation et à la dispersion électrique. M. Bouty fait ressortir la cause du désaccord entre les diverses déterminations de la constante diélectrique par les oscillations hertziennes, puis il expose les recherches de M. Lamotte et de M. Drude à l'égard des oscillations électriques d'ordre supérieur, les méthodes de MM. Broca, Tissot, Duddell pour la mesure de l'intensité efficace des courants alternatifs de haute fréquence mis en jeu par la télégraphie sans fil et la téléphonie, et aussi la théorie nouvelle de M. Blanc relative aux cohéreurs.

La confirmation (Crémieu-Pender) des effets électromagnétiques de la convection électrique a permis d'expliquer le phénomène de Zeeman.

L'étude de l'électrolyse débute par les formules de Helmholtz, relatives aux piles de concentration et à la variation de la f. é. m. de polarisation avec la pression. Il est nécessaire de faire une réserve à l'égard de la réversibilité de ces phénomènes; elle s'impose après les conclusions formelles de M. Bouty, puis de M. Rothé sur la capacité de polarisation.

Les perfectionnements récents dans la théorie ionique de l'électrolyse comprennent d'abord l'extension aux équilibres électrolytiques, par Van t' Hoff et Ostwald, de la loi de Guldberg et Waage, puis l'explication de la neutralisation des acides par les bases. M. Nernst a levé l'objection tirée de la diffusion, et son interprétation explique en même temps la f. é. m. entre deux électrolytes. La théorie de Nernst relative à la constitution des métaux le conduit à l'interprétation de la couche double, au calcul de la f. é. m., et à la théorie de la pile.

La théorie de l'ionisation débute par les phénomènes relatifs à la condensation de la vapeur d'eau. Les mesures (Wilson) relatives à l'influence des rayons Rœntgen sur la condensation ont permis non seulement de déterminer la dimension des gouttes produites, mais encore de démontrer l'existence, dans l'air normal, d'ions des deux signes, portant des charges égales, mais présentant des masses différentes. Etant donnée la tendance qu'ont les ions libérés de se recombiner à nouveau par suite de leur rencontre, M. Rutherford a pu mesurer la durée moyenne de l'existence d'un ion libre. La détermination en valeur absolue de la charge des ions a été d'abord déduite par M. J. J. Thomson de la mesure de leurs mobilités relatives, déterminées par les méthodes de MM. Townsend, Zeleny et Langevin. D'autre part, les déterminations du rapport e/m de la charge électrique à la masse d'un corpuscule résultent des mesures relatives aux trajectoires des ions sous l'action d'un champ électrique et d'un champ magnétique, et la connaissance de ce rapport conduit à la fixation de la charge absolue des ions, qui est la même pour n'importe quel ion gazeux ou électrolytique, et aussi à l'évaluation du nombre des molécules d'un gaz, d'où l'on conclut la masse d'une molécule d'hydrogène et la masse des corpuscules constituant les rayons cathodiques, c'est-à-dire la masse des électrons.

Dans son exposé des phénomènes de radio-activité, M. Bouty a mis à profit non seulement les différents mémoires publiés, mais encore le cours professé à la Sorbonne par M. Curie. Il insiste en particulier sur les vitesses des rayons α et β, qui peuvent, pour ces derniers, dépasser les 9/10 de la vitesse de la lumière. Connaissant la théorie relative à l'accroissement apparent de la masse d'un corpuscule électrisé en mouvement (J. J. Thomson et Max Abraham), on est conduit, d'après ces vitesses, à admettre que la masse de l'électron est d'origine purement électromagnétique.

L'émanation, à laquelle la radio-activité est due pour la plus grande part, est un gaz éphémère dont le mode de destruction présente une complication extrême, en passant par une série de corps intermédiaires pour arriver à l'hélium comme produit ultime et stable.

L'étude de la décharge débute par les travaux de M. Bouty sur la cohésion diélectrique des gaz : il existe une valeur critique du champ pour laquelle le gaz cesse d'être un diélectrique pour devenir un conducteur, et c'est alors que commence la luminescence du gaz. Les expériences de MM. Schuster et Hemsalech démontrent, d'ailleurs, l'égalité des potentiels explosifs et des potentiels d'effluve; en même temps, elles montrent que, dans l'étincelle oscillante, les oscillations sont dues à l'auréole seule et non au trait de feu. C'est la mise en œuvre de la pression développée par l'étincelle qui a conduit M. Wood à ses photographies si remarquables sur la propagation, la réfraction, la diffraction des ondes sonores. En ce qui concerne la décharge dans les gaz raréfiés, on a pu étudier le mode de distribution du champ dans les diverses régions de la décharge, ainsi que les lois de variation de l'étendue de ces régions : auréole négative, espace sombre de Crookes, espace obscur de Faraday, enfin lumière positive. Et M. J. J. Thomson est parvenu à édifier une théorie qui explique dans tous leurs détails les diverses particularités de la décharge dans les gaz raréfiés. D'autre part, M. Stark a précisé le mode de production

[1] Premier et deuxième suppléments. *Revue gén. des Sciences*, 15 juin 1896, p. 545, et 15 octobre 1900, p. 1108.

des spectres de lignes et de bandes d'un même gaz.

La dernière partie est consacrée aux instruments de mesure nouveaux, aux progrès dans la théorie et la construction de la bobine d'induction, et se termine par les propriétés de l'arc au mercure et de la lampe à mercure de Cooper Hewitt.

Dans son ensemble, ce nouvel ouvrage de M. Bouty offre à tous ceux qui désirent connaître de plus près les progrès de la Physique, pendant la période remarquablement féconde de ces dix dernières années, un tableau scrupuleux de l'enchaînement des travaux qui ont déterminé l'évolution des idées et conduit à l'édification des théories nouvelles. E. Haudié,
Professeur à l'Ecole navale.

Schweizer (V.). — **La Distillation des Résines et les produits qui en dérivent** (*Traduit de l'allemand par* M. Henri Muraour). — 1 *vol in-8° de* 242 *pages, avec* 67 *figures.* (*Prix* : 7 fr. 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

Le titre principal de l'ouvrage (la distillation des résines) répond assez mal au contenu. L'auteur, en effet, parle peu de la distillation de la gemme et de la térébenthine, alors qu'il s'étend longuement sur le chauffage du copal et du succin et sur la préparation de sous-produits résineux, comme le gaz de résine, les graisses pour voitures, les savons résineux, les résinates colorés, les noirs de fumée (50 pages), les encres d'imprimerie (50 pages).

Cependant, le chapitre sur le travail des huiles de résine renferme des indications intéressantes pour nos industriels. L'auteur allemand est très sobre de renseignements sur l'extraction et la fabrication des résineux français; mais, comme son ouvrage ne fait pas double emploi avec les livres déjà publiés, nous n'hésitons pas à en conseiller la lecture aux personnes que l'industrie des résines intéresse. E. Rabaté,
Ingénieur agronome,
Professeur départemental d'Agriculture.

Hollard (Dr A.), *Chef Chemiker des Laboratoriums der « Compagnie française des Métaux », in Paris*, et **Bertiaux** (L), *Chemiker der « Compagnie française des Métaux »*. — **Metall-Analyse auf electrochemischem Wege.** — 1 *vol. in-8°. Knapp, éditeur à Halle*, 1907.

Ce volume est la traduction allemande du livre dont la *Revue* a rendu compte dans le numéro du 15 novembre 1906, et il est un nouveau témoignage de l'intérêt que présente la savante étude de MM. Hollard et Bertiaux.

3° Sciences naturelles

Fraser (Malcolm A. C.), *Government Statistician and Registrar general.* — **Western Australian Year-Book for 1902-04** (13e édition). — 1 *vol. in-8° de* 1283 *pages avec* 73 *fig. et* 16 *cartes et diagrammes. Government Printer, Perth*, 1906.

M. J. Machat a présenté aux lecteurs de la *Revue*[1] les deux volumes de la 12e édition de cet Annuaire. La 13e édition paraît tout entière en un volume, mine précieuse de documents sur l'Australie occidentale. Nous ne reviendrons pas en détail sur le contenu de l'ouvrage; nous nous contenterons d'en extraire quelques chiffres significatifs

La population a passé de 213.327 âmes à la fin de 1902 à 254.557 au 31 octobre 1905. Le nombre total d'acres de terrains cultivés s'est élevé de 229.922 en 1902 à 327.391 en 1904; la production de l'or fin (principale richesse minérale du pays), qui était de 1.703.416 onces en 1901, a monté à 2.064.801 onces en 1903, pour redescendre un peu (à 1.984.230 onces) en 1904; l'Australie occidentale tient toujours le troisième rang des pays aurifères, après les Etats-Unis et le Transvaal. Enfin le commerce d'importation s'est abaissé de 7.218.352 liv. sterl. en 1902 à 6.672.480 livres en 1904, tandis que le commerce d'exportation s'élevait, durant la même période, de 9.051.358 à 10.271.489 liv. sterl.

Ces chiffres témoignent du développement progressif du pays; et la façon dont tous les documents de ce volume ont été rassemblés et mis en œuvre fait le plus grand honneur à l'actif statisticien de la colonie, M. Malcolm A. C. Fraser. L. B.

Fron (G.), *Ingénieur agronome, Docteur ès sciences, Chef des travaux botaniques à l'Institut national Agronomique.* — **Traité élémentaire de Manipulations de Botanique appliquée à l'étude des plantes agricoles.** — 1 *vol. in-8° de* 228 *pages, orné de nombreuses gravures.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Librairie des Sciences agricoles, Ch. Amat, éditeur. Paris*, 1907.

Les traités de Sciences naturelles appliquées, établissant un trait d'union entre les ouvrages de science pure et ceux qui développent les questions d'application à un point de vue pratique, sont encore rares.

Le développement de l'Enseignement supérieur agricole a provoqué cependant une heureuse éclosion de véritables bibliothèques, où la pratique de l'agriculture est méthodiquement déduite de faits scientifiquement constatés. Mais ces ouvrages traitent de questions spéciales et envisagent plus l'application que le fait scientifique lui-même, supposé déjà connu; les livres qui se proposent spécialement pour but de montrer les rapports qui existent entre les deux ordres de faits sont bien peu nombreux dans notre littérature scientifique.

Le traité de Botanique appliquée à l'Agriculture et à l'Industrie, de Vesque, est déjà loin; il ne comprend que la partie systématique et l'indication des applications est un peu noyée dans l'exposé de détails d'ordre exclusivement scientifique. L'excellent Traité de M. Parmentier est une heureuse acquisition dans ce domaine de la littérature scientifique; il comporte l'exposé de la Botanique générale appliquée à la culture des plantes et l'étude spéciale des plantes agricoles et de leurs maladies. A l'encontre de Vesque, M. Parmentier a un peu trop dissimulé l'armature scientifique, base d'une étude rationnelle, pour les détails de la pratique agricole, faisant parfois de l'agriculture plutôt que de la Botanique appliquée. Nous pourrions citer encore les utiles atlas de M. Delacroix. Il existe, enfin, de nombreux ouvrages n'embrassant qu'une région de la Botanique appliquée, en se plaçant, d'ailleurs, bien plus au point de vue de l'utilité pratique qu'à celui des faits scientifiques qui en sont la source.

Un traité de Manipulations de Botanique agricole faisait absolument défaut, et si les élèves des Ecoles d'Agriculture et des Universités avaient pour les guider les conseils de leurs Maîtres, il n'en était pas de même des travailleurs isolés, désireux de pousser un peu loin l'étude des plantes agricoles, qui se trouvaient entièrement livrés à eux-mêmes. Bien souvent, il devait leur arriver de se décourager et de renoncer à l'effort devant une étude que l'absence de guide leur faisait paraître ardue.

M. G. Fron, avec l'autorité que lui donnent sept années d'expérience acquise comme chef des Travaux de Botanique appliquée à l'Institut agronomique, est venu combler cette lacune. Mais il faut dire que le cadre limité qu'il a adopté ne lui a pas permis de la combler complètement. A voir la précision et la sûreté d'information avec laquelle il a développé les sujets qu'il traite, on regrette vivement qu'il n'ait pas donné à son ouvrage un plus grand développement, et qu'il s'en soit tenu à une partie seulement de l'objet d'un Traité de manipulations de Botanique appliquée. C'est ainsi que M. Fron a laissé de côté la Cryptogamie : Pathologie végétale et Microbiologie; c'est grand dom-

[1] Voyez la *Revue* du 30 octobre 1904, p. 954, et du 30 avril 1906, p. 386.

mage, car, dans ce domaine particulièrement, le travailleur a besoin d'un guide. Il lui faudrait un traité simple et clair, sélectionnant, parmi les faits touffus que signalent les compendieux ouvrages sur la matière, ceux qu'il est utile de connaître pratiquement; il lui faudrait le fil d'Ariane lui permettant de se guider dans le dédale compliqué des formes de champignons parasites; il lui faudrait un guide lui montrant la méthode et la technique à employer pour expérimenter les phénomènes les plus intéressants de la Microbiologie agricole. Un Traité de manipulations de Botanique cryptogamique appliquée rendrait les plus grands services. On regrette que M. Fron, qui sait adroitement élaguer pour mettre en évidence les faits importants, ne l'ait pas entrepris. Mais, sans plus nous attarder à des regrets superflus sur ce qui n'est pas fait, félicitons-nous du livre qu'il vient d'écrire.

L'auteur fait tout d'abord une étude rapide des appareils indispensables à une étude botanique : microscope, loupe montée. En prenant comme exemple les amidons, il montre par quels procédés on peut réaliser une observation détaillée : fixation, coloration, montage des préparations. Il passe en revue les réactifs qui permettent de caractériser les diverses substances entrant dans la constitution de la cellule et particulièrement celles qui se recommandent à notre attention par leur utilité. Nous trouvons d'ailleurs çà et là, dans l'ouvrage, l'exposé de détails complémentaires sur la technique, lorsque l'étude de points particulièrement délicats nécessite la mise en œuvre d'une méthode nouvelle. C'est ainsi qu'à la page 105 se trouve indiquée la méthode des inclusions et des coupes en séries.

L'auteur passe ensuite à une étude complète, au point de vue botanique, d'un certain nombre de plantes types, choisies parmi les plantes agricoles. Ce sont : Liliacées : Ail, Asperge; Graminées : Blé, étude de la plante suivie de l'exposé de la classification de cette importante famille, avec indication des caractères des subdivisions et genres. L'auteur aurait pu mentionner, dans sa bibliographie, le bel ouvrage de Stebler sur les plantes fourragères; la Vigne; Légumineuses : la racine de Fève, les nodosités d'origine bactérienne, la tige, l'inflorescence, la feuille et le fruit, la classification et les principales espèces; la Betterave; le Chanvre; le Lin, distinction microchimique des fibres de Chanvre, Lin et Ramie; Solanacées : la Pomme de terre; Composées : Topinambour; Crucifères : Moutarde, Chou; Convolvulacées : Cuscute; structure des bois de quelques végétaux forestiers : Chêne, Hêtre, Peuplier, Epicéa, etc. En outre, à la fin de plusieurs chapitres, l'auteur indique, sous le nom d' « exercices », un certain nombre de manipulations se rapprochant de celles sur lesquelles il vient de donner des détails et qui servent de type.

Les caractères généraux et les grandes lignes de la classification, cités en tête de chaque famille, sont, pour ainsi dire, démontrés par l'étude détaillée de quelques végétaux types, choisis parmi les plantes utiles. A la fin des chapitres se trouvent quelques indications bibliographiques permettant au chercheur de se référer à certains ouvrages pour y trouver des compléments d'informations. Des figures assez nombreuses et de fort belles photomicrographies viennent aider à l'intelligence du texte.

Telles sont les grandes lignes du Traité que M. Fron a lui-même qualifié d'élémentaire. Nous exprimerons encore une fois, en terminant, le regret que l'auteur ait limité son travail à un cadre trop réduit, ce qui l'a obligé à restreindre l'étude des produits utiles que renferme la plante pour consacrer une part relativement considérable de son volume à des études plus spécialement botaniques. Tel qu'il est, le traité de M. Fron rendra les plus grands services à ceux que leurs études, ou leur profession, conduisent à étudier par eux-mêmes les plantes agricoles : botanistes, professeurs d'agriculture, élèves des Universités et des Ecoles d'agriculture, et nous devons le remercier d'avoir enrichi d'un excellent ouvrage le domaine encore si peu cultivé de la littérature de la Botanique appliquée. Ce livre était d'autant plus à signaler qu'il n'en existait pas encore d'analogues.

J. Beauverie,
Chargé du Cours et des Travaux pratiques de Botanique appliquée à l'Université de Lyon.

Viguier (Dr C.), *Professeur de Faculté des Sciences (Station zoologique d'Alger).* — **Sur les conditions de la Pêche en Algérie** (*Bulletin de l'Enseignement professionnel et technique des pêches maritimes*). — 1 *vol. in-8° de* 90 *pages. Challamel, éditeur. Paris*, 1907.

M. Viguier a quelque courage, à une époque où la vogue est à la piscifacture marine, de venir jeter une note discordante dans le tableau, et de mettre en garde contre les errements où pourrait entraîner la mode nouvelle en Algérie. Il montre combien les espaces accessibles aux pêcheurs sont réduits du fait de la proximité des grands fonds, et l'accès de cette surface est encore en partie interdit aux filets traînants par les règlements administratifs. Aussi la pêche ne peut-elle nourrir qu'une population fort restreinte, et les tentatives de création de villages de pêcheurs bretons ont misérablement échoué. Les essais de cantonnement et de pisciculture y sont voués aussi à un échec certain. Tout au plus peut-on espérer empêcher le dépeuplement des côtes par l'interdiction de certains engins, tel le lamparo, qui détruisent en masse les jeunes poissons.

A. Briot,
Chef des Travaux de Zoologie à la Faculté des Sciences d'Aix-Marseille.

4° Sciences médicales

Roger (G.-H.), *Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, Médecin de l'Hôpital de la Charité.* — **Alimentation et Digestion.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 524 *pages avec* 57 *figures.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Masson et Cie éditeurs. Paris*, 1907.

Sous ce titre, M. Roger publie les leçons de son cours de Pathologie expérimentale et comparée qui, pendant deux années, a porté sur le tube digestif. Les acquisitions de la science moderne sur les questions d'alimentation et de digestion sont exposées avec un grand sens critique et une merveilleuse lucidité, qui rendent la connaissance de cet ouvrage aussi intéressante qu'instructive; en lisant M. Roger, on retrouve le plaisir que l'on a eu à l'entendre.

Partant des belles recherches de Claude Bernard et de celles, plus récentes, de Pawlof, et usant de la même technique expérimentale, M. Roger complète par des expériences personnelles un certain nombre de notions qui étaient encore inobservées sur la sécrétion réflexe de la salive, du suc gastrique et du suc intestinal, sur le rôle de la mucine et de la mucinase, sur les variations de la toxicité du contenu intestinal, sur la production de l'entérocolite muco-membraneuse et la reproduction expérimentale des appendicites; il étudie les bactéries de l'intestin, leur rôle à l'état physiologique et au cours des infections, et en particulier au cours de l'occlusion intestinale. Grâce aux recherches personnelles de l'auteur, effectuées au laboratoire de Pathologie expérimentale, en collaboration avec ses élèves, le livre de M. Roger présente un exposé complet du mécanisme de la digestion, en même temps qu'une excellente leçon de Physiologie expérimentale. Sans doute, toutes les questions ne sont point encore résolues, il reste encore à travailler beaucoup pour pénétrer dans son intimité le processus digestif; M. Roger, lui-même, fait prévoir de nouvelles découvertes et promet de nous les exposer un jour. En attendant, il a déjà apporté une pierre précieuse à l'édifice indéfini de la science.

Dr Marcel Labbé,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

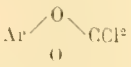
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

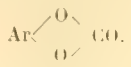
Séance du 10 Juin 1907.

1° Sciences mathématiques. — **M. G. Tzitzeica** présente ses recherches sur les surfaces dont la courbure totale en chaque point M est proportionnelle à la 4e puissance de la distance d'un point fixe O au plan tangent mené en M. — **M. Giacobini** annonce la découverte d'une nouvelle comète (1907 *c*) faite dans la nuit du 1er juin à l'Observatoire de Nice. — **M. J. Comas Sola** a reconnu que le satellite I de Jupiter est très allongé; sa forme est celle d'un ellipsoïde de révolution très aplati, dont l'aplatissement serait d'environ 1/4. — **MM. A. Hansky** et **M. Stefanik** communiquent leurs observations astronomiques faites au sommet du Mont-Blanc du 31 août au 5 septembre 1906. Les conditions atmosphériques donnent une netteté d'images si parfaite que ce lieu d'observation est à recommander pour l'étude de la surface des planètes.

2° Sciences physiques. — **M. J. Villard** poursuit ses recherches sur les deux formes de décharge électrique dans les gaz. L'arc électrique et l'étincelle condensée sont des décharges réduites à la lumière positive; dans l'ampoule de Crookes, c'est la lumière positive qui a disparu et la décharge se réduit à l'émission cathodique. — **M. A. Leduc** applique les formules relatives au volume moléculaire au calcul de la variation de la force élastique maxima de la vapeur d'eau avec la température. — **M. A. Rosenstiehl** montre qu'il existe des éthers et des sels à hydrolyse lente (bradolytes); il y a également des éthers à hydrolyse instantanée (sténolytes); il en est peut-être de même d'un certain nombre de sels. — **M. L. Guillet** a étudié les relations entre le diagramme des alliages binaires et leur malléabilité. En général, toutes les solutions solides ne correspondant pas aux extrémités du diagramme et les combinaisons ne sont jamais malléables, du moins à froid. — **M. H.-L. Dejust** a constaté que le graphite pulvérisé jouit de propriétés oxydantes (par l'oxygène qu'il condense) et décolorantes; il décolore les solutions de tournesol, le vin rouge, le réactif sulfo-indigotique. — **M. A. Job** montre que l'acétate de nickel, chauffé longuement vers 100°, excite vivement l'oxydation de l'hydroquinone, grâce à la présence de l'hydrate libre qu'il renferme. — **M. H. Gaudechon** a reconnu que la base ammonio-mercurique se forme instantanément dans l'action du HgO précipité sur AzH^3 dissoute. De tous les hydrates signalés, $(AzHg^2)^2O + H^2O$ est stable à la température ordinaire en atmosphère sèche. L'eau à 100° décompose intégralement la base en AzH^3 et HgO différant des formes rouge et jaune connues. — **M. G. Gain** a obtenu des combinaisons de l'acide hypovanadique avec divers acides oxygénés : $V^2O^4.5SeO^3.10H^2O$, $V^2O^4.3P^2O^5.10H^2O$, $V^2O^4.3As^2O^5.10H^2O$, etc. — **MM. Ch. Moureu** et **I. Lazennec**, en condensant les nitriles acétyléniques et β-cétoniques non substitués avec l'hydroxylamine, ont obtenu des isoxazolonimines. Les amides et éthers-sels acétyléniques donnent, avec l'hydroxylamine, des isoxazolones identiques à celles qu'on obtient avec les amides et éthers-sels β-cétoniques correspondants. — **M. R. Delange** montre que les corps contenant le groupe



se transforment par l'action de l'eau à froid en carbonates diphénoliques :



— **MM. L.-J. Simon** et **Ch. Mauguin** étudient le mécanisme de la synthèse des dérivés quinoléiques par la réaction de Dœbner. — **MM. G. Bertrand** et **Muttermilch** démontrent que la diastase oxydante renfermée dans le son de froment n'est pas une laccase, mais bien une substance du type de la tyrosinase.

3° Sciences naturelles. — **M. H. Martel** propose d'appliquer la radioscopie et la radiographie à l'inspection des viandes tuberculeuses, en se basant sur le fait que les lésions tuberculeuses du bœuf et du porc sont facilement envahies par les dépôts de sels de chaux. — **MM. O. Josué** et **L. Bloch** ont reconnu qu'il existe, dans la couche corticale des capsules surrénales, des substances fortement hypotensives, qui, chimiquement, sont différentes de l'adrénaline. — **M. J. Tissot** présente un appareil très sûr permettant le séjour et le travail longuement prolongés de l'homme dans les atmosphères irrespirables. — **M. G. Vasse** a assisté au dépeçage d'une grande femelle d'Eléphant qu'il venait de tuer au Mozambique; les poumons ne présentaient aucune adhérence pleurale. — **M. P. de Beauchamp** a constaté que l'estomac des Rotifères, composé d'une seule couche de cellules d'une seule espèce, opère un véritable tri des substances qu'il absorbe, rejetant immédiatement les unes sous forme de grains très acidophiles, mettant les autres en réserve sous forme de globules plus ou moins basophiles et de graisse. — **M. A. Lacroix** a fait l'étude des produits projetés, roches blanches ou de couleur claire, qu'on trouve sur les flancs du Vésuve et de la Somma; toutes ces roches sont caractérisées par une grande richesse en potasse. — **MM. L. Duparc** et **F. Pearce** décrivent les roches basiques de la chaîne de Tschissapa (Oural du Nord); la plus abondante est une tilaïte compacte, à grain fin, accompagnée d'une troctolite typique. — **M. J. Savornin** a reconnu que les grès de Boghari sont en majeure partie du Carténien et que cet étage est incontestablement représenté, au sud du Tell, par une bande plissée ininterrompue depuis le méridien de Sétif jusqu'à celui de Boghari. — **M. A. Thévenin** a étudié le squelette du *Bothriospondylus Madagascariensis*; il est très voisin du *Mosasaurus* d'Amérique et paraît avoir vécu à la même époque que le *Cetiosaurus*. — **M. P. Bertrand** montre, par l'étude de la trace foliaire, que l'*Ankyropteris Bibractensis* constitue bien un genre distinct.

Séance du 17 Juin 1907.

1° Sciences mathématiques. — **M. W. Stekloff** développe une méthode nouvelle pour résoudre plusieurs problèmes du développement d'une fonction arbitraire en séries infinies. — **M. Barré** poursuit l'étude des surfaces engendrées par une hélice circulaire. — **M. L. Filloux** décrit divers mécanismes permettant de réaliser l'intégration de l'hodographe par le moyen de la lame coupante. — **MM. Lœwy** et **P. Puiseux** estiment que la théorie de l'affaissement local, sous l'influence du refroidissement, des dégagements de gaz, de l'ajustement isostatique, peut expliquer l'histoire des mers lunaires aussi bien que celle des grands cirques. — **M. G. Bigourdan** propose d'ajouter, au mode habituel de publication des observations équatoriales, la lecture adoptée du mouvement diurne et de donner quelque moyen d'évaluer l'erreur dont cette lecture peut être affectée. — **M. J. Guillaume** adresse ses observations de la comète Daniel (1907 *d*) et celles de la comète Giacobini (1907 *c*) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.

2° Sciences physiques. — **M. Maillard** décrit la trombe qui s'est abattue le 22 mai dans le département du Loi-

ret et qui a été caractérisée par un double mouvement de translation et de giration, puis par des phénomènes de happage produits par un abaissement considérable de la pression atmosphérique. — M. **J. Becquerel** a observé que les bandes d'absorption des cristaux se déplacent la plupart du temps vers les petites longueurs d'onde lorsque la température s'abaisse; toutefois, dans le xénotime, un grand nombre se déplacent dans le sens opposé. — MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville** décrivent une méthode nouvelle de production des spectres de flamme des corps métalliques. Sur le trajet d'un courant d'air, on fait éclater des étincelles entre deux électrodes métalliques, puis on conduit cet air avec du gaz dans un brûleur, dont la flamme fournit un spectre caractéristique. — M. **Ch.-A. François-Franck** présente des microphotographies en couleur de pièces histologiques obtenues avec les nouvelles plaques autochromes Lumière. — MM. **G. Urbain** et **C. Scal** ont observé que certains excitateurs de la phosphorescence cathodique des systèmes complexes exercent, sur d'autres excitateurs de la série des terres rares, une influence paralysante. — M. **F. Wallerant** a étudié les transformations polymorphiques des mélanges isomorphes de trois corps : azotates d'ammonium, de thallium et de cæsium; il représente graphiquement les résultats. — M. **Ph.-A. Guye** montre que, si l'on calcule les poids moléculaires des gaz liquéfiables au moyen de la formule usuelle des densités-limites, toutes les valeurs sont trop faibles par rapport aux nombres déduits des poids atomiques chimiques. — M. **G.-D. Hinrichs**, en appliquant sa méthode de calcul directe et absolue aux récentes déterminations du poids atomique du manganèse de MM. Baxter et Hines, trouve pour ce corps la valeur exacte 55. — M. **P. Lebeau**, en faisant agir le fluor sur le sélénium en présence du verre, a obtenu des produits de densité et de composition variable, dont une fraction seulement donne des chiffres correspondant à SeF^6. — MM. **E. Baud** et **A. Astruc** ont constaté que l'acide arsénique est un peu moins acide que l'acide phosphorique; l'introduction de deux groupes CH^3 dans le premier diminue l'acidité d'environ 3 cal. pour chacun d'eux. — M. **de Forcrand** a obtenu l'oxyde de lithium anhydre Li^2O par la simple déshydratation de la lithine ou de son hydrate à 780°. — M. **H. Baubigny**, à propos d'une note récente de M. Flanders, rappelle qu'il a indiqué déjà en 1895 l'emploi du ferrocyanure de K en présence de AzH^4Cl pour la recherche du Ca en présence de Ba et Sr. — M. **M. Houdard**, en fondant au four électrique un mélange de sulfure et d'oxyde d'Al ou de Mg, et attaquant la matière fondue par HCl étendu, a obtenu un résidu insoluble d'alumine ou de magnésie cristallisée. — M. **Em. Vigouroux** a observé que les alliages de Ni et Sn renfermant jusqu'à 40 % de Sn, et qui sont magnétiques, abandonnent sous l'action de l'acide nitrique et de la potasse un composé Ni^3Sn non magnétique; au-dessus de 40 % de Sn, ces alliages ne sont plus magnétiques. — MM. **Tiffeneau** et **Daufresne**, en chauffant les acétates métalliques avec le dibromure d'anéthol, ont obtenu des diacétates du glycol de l'anéthol; ce glycol, F. 116°, traité par H^2SO^4, donne de l'anisylacétone. — M. **G. Blanc** décrit une nouvelle méthode de cyclisation des acides adipiques et piméliques substitués, qui consiste à les transformer en leurs anhydrides et à distiller lentement ceux-ci à la pression ordinaire. — MM. **V. Grignard** et **G. Vignon** ont préparé le dérivé dimagnésien du dibromopentane-1 : 5. Avec CO^2, il donne des dérivés cycliques en C^6; avec le diacétyle, il donne des dérivés en C^7. — M. **E. Fouard** a observé qu'à concentration égale en ions H les acides ont même pouvoir coagulant sur les solutions colloïdales d'amidon; toutes les solutions alcalines, à concentration égale en ions OH, présentent le même pouvoir stabilisant. — M. **J. Wolff** a étudié l'action comparée des extraits d'orge et de malt sur les dextrines les plus résistantes : le premier agit faiblement au début et perd toute action au bout de quarante-huit heures; le second les transforme peu à peu en maltose. — MM. **M. Piettre** et **A. Vila** montrent que les cristaux d'oxyhémoglobine de cheval séparés de leur eau-mère contiennent 0,8 à 0,95 c. c. d'O par gramme de matière supposée sèche; mais ils peuvent absorber davantage d'O (1,4 à 1,7 c. c.). — M. **V. Martinand** a reconnu que l'hydrolyse du saccharose est faite dans les organes de la vigne par l'intermédiaire de la sucrase naturelle du raisin; il en existe un excès considérable, qui suffit à intervertir tout le saccharose dans le moût et le suc des fruits.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Calmette** décrit un nouveau procédé de diagnostic de la tuberculose chez l'homme, qui consiste à instiller dans l'œil une goutte d'une solution aqueuse de tuberculine; au bout de six à dix heures, les tuberculeux présentent une congestion très apparente de la conjonctive palpébrale. — M. **H. Vallée** a constaté une réaction analogue chez les animaux (bœuf, cheval) tuberculeux. — M. **N.-A. Barbieri** n'a pas observé d'autorégénération des nerfs. Dans une évolution strictement physiologique, le bout périphérique d'un nerf sectionné reste inexcitable et dégénère toujours; le bout central ne régénère pas, mais il est excitable et garde sa structure normale. — M. **A. Giard** signale un certain nombre d'observations nouvelles qui tendent à démontrer que l'oblitération des cavités pleurales est un phénomène normal chez tous les éléphants. — M. **H. Piéron** montre que l'autotomie protectrice des crabes est toujours sous la dépendance de la masse ganglionnaire ventrale, avec contrôle probable des ganglions cérébroïdes. L'autotomie évasive dépend essentiellement des ganglions supérieurs et n'exige que comme relais nécessaires les centres de la masse ventrale. — M. **C. Gerber** a reconnu que le faisceau inverse du *Zilla macroptera*, très important par sa constance, n'a pas, comme certains étaient portés à le croire, une valeur purement fonctionnelle (fournir des éléments conducteurs aux ovules). Il n'est pas non plus sous la dépendance absolue du système libéroligneux placentaire normal. — M. **R. Chudeau** présente quelques observations sur la géologie du Sahara central. On y a reconnu la présence de l'Archéen, du Silurien, du Dévonien, du Crétacé inférieur et supérieur et de l'Eocène. — M. **G. B. M. Flamand** signale l'existence du terrain carboniférien aux environs de Taoudeni (Sahara sud-occidental), d'après la détermination des fossiles rapportés par le lieutenant Mussel. — M. **Deprat** a étudié les éruptions posthelvétiennes antérieures aux volcans récents dans le nord-ouest de la Sardaigne. Les roches qu'elles ont produites sont : des basaltes holocristallins riches en pyroxène et péridot, des labradorites augitiques, enfin des labradorites et basaltes à hypersthène.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 18 Juin 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **Costa de Bastelica**, Correspondant national. — M. **G. Weiss** est élu membre titulaire dans la Section de Physique et de Chimie médicales.

M. **Ch. Monod** présente un Rapport sur le concours pour le Prix Godard. — M. **Farabeuf** apporte un certain nombre de considérations anatomiques en faveur de la symphyséotomie. — MM. **Variot** et **Quinton** donnent lecture d'un Mémoire sur le traitement de l'eczéma des nourrissons par les injections sous-cutanées d'eau de mer.

Séance du 25 Juin 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **Thierry**, Correspondant national. — MM. **Manquat** et **Abelous** sont élus correspondants dans la Division de Médecine.

M. **A. d'Arsonval** présente le Rapport sur le concours pour le Prix Apostoli, et M. **Chauvel** celui sur le concours pour le Prix Meynot. — M. **Ch. Bouchard** communique un Rapport sur un travail de MM. **Ph.**

Tissié et **A. Blumenthal** relatif à l'étude de la fatigue dans la course en montagne, faite sur des guides. Ces auteurs ont noté à la suite de la fatigue : une augmentation de la température, une diminution de la capacité respiratoire et de la tension artérielle, une diminution des globules rouges et une forte augmentation des globules blancs. — M. **E. Kirmisson** signale la fréquence relative des cas d'invagination intestinale chez les petits enfants, avec issue fatale par suite de diagnostic trop tardif. Il importe d'établir le diagnostic aussitôt que possible et d'opérer immédiatement la désinvagination, qui donne des résultats d'autant meilleurs qu'elle a été faite plus tôt. — M. **A. Marie** lit un travail sur la folie pellagreuse des Arabes d'Egypte.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 15 Juin 1907.

MM. **C. Levaditi** et **J. Mc Intosh** ont étudié l'influence de l'atoxyl sur la spirillose provoquée par le *Spirillum gallinarum*. Ce médicament modifie l'organisme en ce sens qu'il rend l'infection légère et qu'il provoque une crise précoce, analogue à celle qui met fin à l'infection naturelle. — MM. **H. Labbé** et **G. Vitry** ont constaté que la bile renferme constamment des sulfo-éthers; les matières fécales n'en contiennent que très peu. — MM. **M. Loeper** et **P. Boveri** ont reconnu que les sels de Ca déterminent une hypertrophie notable du cœur et se fixent dans le muscle cardiaque; la diminution de la chaux alimentaire entraîne une diminution de la chaux cardiaque. — M. **Meillère** a observé que l'inosite demeure inattaquée en culture anaérobie aussi bien par le bacille d'Eberth que par le colibacille, tandis que, en milieu nettement aérobie, elle est rapidement détruite par le bacille d'Eberth et respectée par le colibacille. — M. **Ch. A. François-Franck** a préparé des microphotographies en couleur de pièces histologiques au moyen des nouvelles plaques autochromes Lumière. — M. **A. Borrel** et Mlle **P. Cernovodeanu** ont reconnu que la membrane ondulante du *Spirochaete Balbiani*, parasite de l'huître, est insérée sur le corps du parasite suivant une ligne spiralée qui fait une révolution complète. — M. **L. Cazalbou** montre que, si les *Stomoxys* peuvent entretenir la contagion de la souma dans un même troupeau, ce sont probablement les *Tabanus* qui la font rayonner. — M. **P. Wintrebert** a constaté que la présence dans l'eau d'une certaine quantité de CO^2 compatible avec la vie des larves n'accélère pas les phénomènes de la métamorphose chez les Batraciens anoures. — MM. **R. Lépine** et **Boulud**, après compression de l'aorte près de sa bifurcation, ont observé une diminution anormale des matières sucrées et une augmentation du pouvoir glycolytique dans le sang des veines fémorales. — M. **F. Battelli** et Mlle **L. Stern** ont isolé sous forme de poudre brune la substance activant les oxydations organiques qui existe dans l'extrait musculaire. — M. **A. Policard** estime que l'attribution à un parasite, par Giglio-Tos, d'une figuration particulière des noyaux des cellules épithéliales du tube contourné du rein d'un surmulot doit être considérée comme très problématique. — M. **L. Tixier** montre que les anémies consécutives aux ulcérations expérimentales du pylore sont dues à la formation d'une substance hémolytique dans le sérum. — M. **G. Brissy** a congelé par l'air liquide certaines pièces histologiques, qui se laissent ensuite facilement couper au rasoir. — MM. **H. Bierry** et **J. Giaja** estiment qu'il y a lieu de distinguer les ferments solubles qui hydrolysent la populine et la phloridzine et de les désigner sous les noms de populinase et de phloridzinase. — M. **G. Rosenthal** a constaté que le vibriogène septique reste agglutinable par le sérum antiseptique de Leclainche-Morel, ce qui constitue le dernier vestige de sa parenté avec le vibrion septique. — M. **V. Pachon** a reconnu que le canard, qui présente comme tous les oiseaux plongeurs une grande résistance à l'asphyxie par submersion, résiste moins qu'un pigeon à l'asphyxie dans l'air confiné.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 10 Juin 1907.

M. **A. Prenant** conclut de ses recherches sur l'intestin d'un supplicié que les cellules de Paneth sont des cellules muqueuses spéciales, différentes des cellules muqueuses caliciformes. — M. **C. Champy** a préparé, par injections répétées à dose faible de cantharidate de potasse chez le lapin, un sérum antitoxique contre ce corps, mais assez faible. — Mlle **Asvadourova** a étudié l'origine et la structure des cellules pigmentaires dans le foie des Urodèles. — M. **L. Mercier** a découvert dans le noyau de l'*Amoeba blattae* Butschli un parasite qu'il range dans le genre *Nucleophaga* de Dangeard. — M. **Ch. Soyer** présente quelques considérations théoriques sur l'ovogenèse des Insectes. Il communique également ses recherches cytologiques sur l'ovoplasmode chez les Lépidoptères.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 4 Juin 1907.

M. **L. Bocat** montre que la matière colorante bleue des huîtres de Marennes, la *marennine*, est une substance albuminoïde distincte, non identique à la phycocyanine. — M. **Ch. Pérez** met en évidence l'amoeboïsme et le pouvoir phagocytaire des sphères de granules chez les Muscidées. — MM. **Coyne** et **Cavalié** ont observé une tumeur pulpaire de la dent, caractérisée par un revêtement épithélial pavimenteux stratifié. — MM. **J. Sabrazès** et **P. Husnot** ont trouvé des « mastzellen » dans le tissu interstitiel des surrénales, aux divers âges, chez l'homme; il en existe également dans les surrénales de divers Mammifères. — M. **C. Sauvageau** montre l'intérêt qu'il y aurait à entreprendre une étude systématique des sargasses, car les opinions actuelles sur leur origine lui paraissent toutes erronées. — M. **J. Gautrelet** a observé que l'introduction, par dissociation électrolytique, de l'ion K dans la circulation de la grenouille a produit rapidement la mort du cœur. L'ion Mg est aussi toxique; les ions Na, Ba et Ca le sont encore, mais un peu moins.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 7 Juin 1907.

M. **J. Becquerel** : *Influence des variations de température sur les phénomènes d'absorption dans les cristaux. Phénomènes magnéto-optiques à la température de l'air liquide.* On sait que les cristaux de xénotime et de tysonite possèdent des bandes d'absorption variables sous l'action d'un champ magnétique. Les expériences entreprises dans le but de rechercher si les modifications des bandes dépendent de la température ont conduit à observer un phénomène nouveau. Sous l'action d'une élévation de température, les bandes d'absorption des corps solides s'étalent et deviennent plus floues. Un refroidissement produit l'effet inverse et, à la température de l'air liquide, les bandes d'absorption des cristaux contenant des terres rares (didyme, erbine) prennent une netteté tout à fait remarquable. La plupart des bandes deviennent beaucoup plus intenses qu'à la température ordinaire; certaines d'entre elles se résolvent en composantes dont quelques-unes, dans le xénotime, sont de véritables raies d'absorption, comparables aux raies des vapeurs métalliques; enfin, un certain nombre de bandes nouvelles apparaissent. Toutes les bandes deviennent plus fines à la température de l'air liquide; mais, tandis que la plupart augmentent d'intensité, quelques-unes, au contraire, s'affaiblissent. Les variations de température permettent donc de séparer deux sortes de bandes dont les origines sont peut-être différentes. Les bandes d'émission des corps phosphorescents subissent la même influence sous

l'action des variations de température. Pour rendre compte par la théorie de la largeur des bandes, on a admis que, pour chaque bande, les composantes du déplacement *moyen* des électrons absorbants, écartés de leur position d'équilibre, sont soumises à une équation de la forme :

$$x + a\frac{dx}{dt} + b\frac{d^2x}{dt^2} = 0.$$

La variation de la largeur des bandes prouve que l'amortissement a est fonction de la température. Les mesures de l'auteur prouvent qu'*il est sensiblement proportionnel à la racine carrée de la température absolue.* Phénomènes magnéto-optiques. 1° *Propagation de la lumière parallèlement au champ magnétique.* Lorsque l'axe optique d'un cristal et le champ magnétique sont parallèles au faisceau lumineux, le champ magnétique sépare les bandes en deux composantes correspondant à des vibrations circulaires inverses. L'expérience a montré que, dans la limite de précision des mesures, les changements de période des électrons, sous l'action d'un champ magnétique, sont indépendants de la température; ce résultat doit vraisemblablement être rapproché de l'invariabilité du diamagnétisme; 2° *Propagation de la lumière normalement au champ.* On sait que les bandes donnent, à la température ordinaire, des doublets ou des élargissements plus ou moins dissymétriques. Les mêmes phénomènes s'observent avec beaucoup plus de netteté à la température de l'air liquide et les doublets apparaissent pour des champs magnétiques moins intenses ; 3° *Polarisation rotatoire magnétique.* L'étude de la polarisation rotatoire magnétique à diverses températures conduit à des résultats importants. Il existe, en effet, pour rendre compte de ce phénomène, deux théories (Drude : *Lehrbuch der Optik*) qui donnent des résultats à peu près semblables pour la dispersion rotatoire loin des bandes, mais qui sont en opposition complète pour la variation du pouvoir rotatoire aux environs des bandes d'absorption. D'après la théorie des « courants moléculaires », la courbe de dispersion rotatoire doit subir des perturbations de sens opposés de chaque côté d'une bande. Dans la théorie déduite de « l'hypothèse de l'effet Hall », théorie principalement développée par M. W. Voigt, la polarisation rotatoire magnétique est considérée comme la conséquence de la séparation des composantes correspondant à des vibrations circulaires inverses et de la dispersion anomale. Aux environs d'une bande sensible à l'action du champ, les perturbations doivent être de même sens de part et d'autre et de sens opposé à l'intérieur de la bande. C'est cette dernière théorie que les expériences ont vérifiée. M. **Henri Abraham** signale que l'on pourrait trouver une explication cinétique de la loi de la racine carrée de la température absolue en admettant que la largeur des bandes d'absorption est due, non pas à un amortissement proprement dit des vibrations propres, mais à un pseudo-amortissement provenant de la limitation du nombre des vibrations régulières, par suite des chocs successifs des éléments vibrants contre les particules voisines, comme cela a lieu dans le cas des corps gazeux. La durée des vibrations régulières serait alors en raison inverse de la vitesse moyenne de translation, ce qui donne bien la loi de la racine carrée de la température absolue. — MM. **C.-W. Waidner** et **G.-K. Burgess** : *Des points de fusion du tantale et du tungstène.* La fabrication récente du tungstène et du tantale en filaments pour les lampes à incandescence procure ces métaux sous une forme commode pour la détermination de leurs points de fusion. Pour ces recherches, les auteurs se sont servis de courts filaments spécialement construits, lesquels, dans le cas du tungstène, étaient de sources, de fabrications et de diamètres différents. Comme pyromètre, ils ont employé l'instrument de MM. Holborn et Kurlbaum, calibré d'après la loi de Wien. Comme échelle de température, ils ont pris les points de fusion suivants : Zn = 419°,0, Sb = 630°,5, Cu = 1084°, Pd = 1546° et Pt = 1753°. Huit échantillons de tungstène, de diamètre variant de 0mm,07 à 0mm,26, ont donné comme point de fusion de ce métal 3080° ± 20°. Son coefficient de température entre 0° et 2000° est donné par la formule : $R = R_0(1 + 0{,}0039t + 0{,}0511t^2)$. Pour le tantale, on trouve un point de fusion de 2910° ± 10°, avec un coefficient de température de $R = R_0(1 + 0{,}0027t)$, entre 0° et 2000°. — M. **R. Dongier** : *Quelques dispositifs utilisés au Laboratoire de Physique* (Enseignement) *de la Sorbonne.* M. Dongier insiste plus particulièrement sur la détermination du point cryoscopique d'une solution, sur le type d'électromètre à quadrants établi par M. Malclès, préparateur au laboratoire, sur le montage de la mobilité des ions gazeux de M. Léon Bloch. 1° La détermination du point cryoscopique d'une solution présente quelque difficulté à cause de la surfusion et à cause de l'impossibilité de fixer le thermomètre à cette température lorsqu'on soumet le liquide à une agitation et à un refroidissement continus. On peut amener le thermomètre, placé dans l'axe du tube refroidi, à se fixer pendant longtemps au point cryoscopique, en produisant d'abord une congélation qui, au moyen de l'agitateur, répand des particules de glace dans la masse du liquide, en chauffant ensuite à la main, puis en plongeant le tube dans le mélange réfrigérant avant que toute la glace ait disparu. On *cesse l'agitation* aussitôt que la marche descendante du thermomètre subit un temps d'arrêt; comme il n'y a pas de surfusion, c'est la solidification qui commence. L'eau dissolvante se solidifie alors en colonnes verticales concentriques au tube; mais le liquide *immobile* voisin du réservoir ne change pas de composition. Le thermomètre marque la température d'équilibre entre le solide et le liquide; il marque le point cryoscopique vrai, si la portion du liquide qui avoisine le réservoir possède la composition de la liqueur initiale. Cette technique est d'un usage facile; elle est très rapide. 2° Les mesures électrométriques ont pris une très grande importance depuis quelques années. Le modèle d'électromètre à quadrants, que M. Malclès a établi, permet aux élèves de se rendre compte de la forme des accessoires, des procédés de réglage, etc. Les quatre secteurs sont portés par des tiges de laiton, le long desquelles ils peuvent être déplacés, et ces tiges de laiton sont elles-mêmes portées par des disques en ébonite qui servent d'isolateurs. Le disque d'ébonite inférieur repose sur un bâti en fonte avec trois vis calantes; le disque d'ébonite supérieur porte le tube qui sert à supporter un second tube court qu'on peut élever ou abaisser plus ou moins; ce second tube porte un bouchon en ébonite, traversé par la tige de laiton qui est destinée à supporter l'aiguille en aluminium, par l'intermédiaire d'un fil d'argent de 1/200 de millimètre de diamètre. La cage de l'électromètre peut être soulevée et fixée le long du premier tube. 3° La mesure de la mobilité des ions gazeux dérive de la méthode de Zélény.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 24 Mai 1907.

M. **Rosenstiehl** communique le résultat de ses recherches sur l'hydrolyse des sels et des éthers. Il indique que, comme il y a des éthers à hydrolyse lente et à hydrolyse rapide, il y a des sels à hydrolyse lente et à hydrolyse rapide. Il signale comme éthers à hydrolyse rapide les dérivés du triphénylcarbinol, et à hydrolyse lente ceux des éthers halogénés, par exemple de l'alcool éthylique; comme sels à hydrolyse lente, les sulfates de chrome où l'acide sulfurique a été considéré comme dissimulé, et à hydrolyse rapide, en procédant par extension, les chlorures alcalins.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 14 Juin 1907.

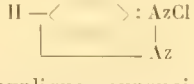
M. **Upson** a étudié la *production des arcs électriques entre des électrodes de métal et de carbone refroidies,*

dans l'air et dans l'hydrogène. Sous 110 volts, les arcs entre métaux dans H prennent la forme d'une décharge d'étincelles. Quand une des électrodes est constituée par du carbone, il se forme un vrai arc. La forme des courbes caractéristiques volt-ampère est déterminée par la substance de l'électrode négative. Avec le carbone négatif, dans H, les courbes sont presque les mêmes pour les diverses électrodes positives; avec le carbone positif, elle conservent la même courbure, mais varient en distance suivant la nature du négatif. — M. J. A. **Fleming** décrit un *moyen d'obtenir des oscillations électriques continues avec l'arc Poulsen.* Un arc électrique est formé dans une atmosphère de gaz d'éclairage entre une tige de carbone tournant lentement et une anode de cuivre refroidie, dans un champ magnétique de 600 à 1.000 unités C. G. S. L'arc est alimenté par un courant continu à 400-500 volts. Un condenseur de 0,003 microfarad de capacité, en série avec une inductance de 200.000 centimètres, est shunté à travers l'arc; l'expérience prouve l'existence d'oscillations de haute fréquence dans le circuit du condenseur. — M. R. **Appleyard** présente un pont de conductibilité à lecture directe pour l'essai des barreaux d'acier ou autres.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 6 Juin 1907.

MM. F. **Baker** et E. C. C. **Baly**, par l'examen du spectre d'absorption de la pyridine et de quelques-uns de ses dérivés, ont reconnu que l'atome d'Az tend à restreindre les mouvements du noyau, mais que cette restriction est diminuée par l'addition d'acides ou la chloruration. — M. F. **Tutin**, par l'action du chlorure de méthylène sur le malonate d'éthyle sodé, a obtenu : 1° le sel de Na d'un acide $C^{14}H^{21}O^{6}.CO^{2}H$, donnant par hydrolyse un acide $C^{6}H^{8}(CO^{2}H)^{4}$, F.138°-139°; 2° un acide $C^{18}H^{24}O^{6}(CO^{2}H)^{2}$, F.132°; 3° une substance insoluble, qui est hydrolysée en un acide $C^{29}H^{35}O^{11}(CO^{2}H)^{3}$, F.200°. — M. J. C. **Cain** propose pour les sels de diazonium la formule quinonoïde :



c'est la seule qui explique pourquoi, chez les composés où l'atome en para par rapport au groupe aminé est déjà saturé, il ne peut se former de sel de diazonium. — MM. J. T. **Hewitt** et N. **Walker** ont trouvé que l'action de Br sur une solution acétique d'aminoazobenzène en présence d'acétate de Na fournit surtout de la benzèneazo-*o-o*-dibromoaniline, F.168°, et non un dibromoaminoazobenzène comme le croyait Berju. — MM. S. **Smiles** et A. W. **Bain** ont préparé le *p*-sulfoxyde de phénol, qui est très différent du produit décrit sous ce nom par Schall et Uhl. — MM. S. **Smiles** et Th. P. **Hilditch**, par action du chlorure de thionyle sur le *p*-crésol en présence d'$AlCl^{3}$, ont obtenu le sulfoxyde de *p*-crésol, F.191°; il est transformé par réduction en sulfure de *p*-crésol, F.101°-103°. — MM. E. P. **Perman** et J. H. **Davies** ont déterminé les poids moléculaires du β-naphtol en solution dans le naphtalène solide d'après leurs tensions de vapeur. En solution diluée, le β-naphtol a le même poids moléculaire qu'à l'état gazeux, tandis qu'il est associé en solutions plus concentrées. — Mlle I. **Smedley**, en condensant l'acide phénylisocrotonique avec l'aldéhyde cinnamique en présence d'anhydride acétique, a obtenu le diphénylhexatriène $C^{6}H^{5}.CH:CH.CH:CH.CH:CH.C^{6}H^{5}$, F.194°. — MM. B. **Flurscheim** et Th. **Simon** ont étudié la réduction des dérivés nitrés aromatiques en dérivés azoxy en solution acide : 1° La réduction a lieu suivant l'hypothèse de Haber, des composés nitrosés et hydroxylaminés étant successivement formés; 2° la formation des composés azoxy pendant la réduction est due à une condensation des dérivés nitrosés et hydroxylaminés; 3° cette condensation ne peut avoir lieu que si l'affinité résiduelle de l'Az trivalent des composés hydroxylaminés n'est pas saturée; 4° une diminution de la vitesse de réduction favorise la condensation. — M. F. **Jones** a étudié l'action de S, Se et Te sur AsH^{3} et SbH^{3}. Ces deux derniers corps sont décomposés à la lumière solaire et à 100°, l'action allant en diminuant rapidement de S au Te. — M. P. C. **Ray** a préparé une série de nitrites doubles de Hg avec K, Na et Li. — Le même auteur, en laissant évaporer spontanément une solution contenant du nitrite mercuroso-mercurique et du nitrite argento-mercurique, a obtenu une série d'hydroxynitrates argento-mercuroso-mercuriques. — MM. A. N. **Meldrum** et W. E. S. **Turner** ont constaté que les molécules de trichlorolactamide, de benzanilide et de salicylamide sont associées en solution benzénique, même au point d'ébullition; celles de benzamide le sont en solution benzénique, chloroformique et acétonique. Ils n'ont pas trouvé de cas d'association d'amides en solution alcoolique. — M. W. H. **Perkin jun.** a observé que $H^{2}O^{2}$ réagit facilement sur les αα-dicétones et, en général, sur les substances possédant une structure quinonoïde. Le benzile donne surtout de l'acide benzoïque, la phénanthrènequinone de l'acide diphénique, l'aurine de l'acide *p*-hydrobenzoïque et de la benzoquinone. — MM. K. J. P. **Orton**, W. Ch. **Ewans** et E. **Morgan**, en faisant réagir l'hydroxylamine sur la 3:5-dibromo-*o*-benzoquinonediazide, ont obtenu l'azoïmide, F.98°, à caractère nettement acide. — M. A. **Lapworth** a reconnu que la décomposition hydrolytique des oxines par les acides métalliques paraît être un phénomène plus ou moins réversible. — M. W. R. **Dunstan** a trouvé, dans les graines de l'*Hevea brasiliensis*, environ 50 °/₀ d'une huile fixe, $d=0,9302$, dont l'indice d'iode est égal à 128,3. Les graines, broyées avec de l'eau, fournissent un peu d'HCAz et d'acétone; elles paraissent donc renfermer un glucoside voisin de la phaséolunatine, sinon analogue. Enfin, les graines renferment un mélange d'enzymes, capables d'hydrolyser l'huile et le glucoside présents.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION CANADIENNE

Séance du 15 Mars 1907.

M. J. A. de **Cew** étudie la *fonction du procédé à la soude caustique dans la production de la cellulose aux dépens du bois.* Les réactions chimiques du procédé consistent dans une combinaison entre le radical alcalin et les portions les plus réagissantes du bois, qui, sous l'influence de la température et de la pression, se détruit en donnant des produits solubles, et laisse la cellulose sous forme de fibres isolées.

SECTION DE NOTTINGHAM

Séance du 25 Avril 1907.

M. L. **Archbutt** communique les résultats d'analyses de quelques huiles d'olives commerciales d'Algérie et de Tunisie, contenant des quantités relativement considérables d'acide arachidique ou lignocérique. Une comparaison avec des huiles très pures des mêmes régions lui a montré que ce constituant n'est pas normal, et qu'il doit être attribué à l'addition d'huile d'arachide.

SECTION DU YORKSHIRE

Séance du 8 Avril 1907.

M. H. G. **Bennett** montre la nécessité de choisir une poudre de peau se rapprochant autant que possible d'un type fixé d'avance pour effectuer de bonnes analyses des matières tannantes. On n'obtiendra des résultats exacts qu'en se servant d'une poudre neutre et granulée. — MM. H. R. **Procter** et D. M. **Candlisch** décrivent les méthodes qu'ils emploient pour l'analyse des liqueurs chromiques usées dans le tannage. —

M. C. H. Wright a déterminé la correction de température applicable au poids spécifique des huiles, graisses et cires. Il estime qu'elle est la même pour tous ces corps et égale à 0,0007.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 24 Janvier 1907.

M. E. Fischer fait une conférence sur *la Chimie des protéines et leurs relations avec la Biologie.* Parmi les composantes de la molécule protéine, les amino-acides ont été étudiés avec un soin tout particulier : la structure de la plupart d'entre eux a été élucidée, et leur synthèse intégrale, à partir des éléments chimiques, a été réalisée. Or, à l'exception du glycocolle, tous les produits se trouvant dans la Nature sont optiquement actifs, tandis que la synthèse organique ne fournit d'abord que des substances optiquement inactives, mais qui, grâce aux méthodes découvertes par Pasteur, peuvent être converties, après coup, dans les formes optiquement actives. Ces méthodes ayant été employées avec succès dans la plupart des amino-acides, l'auteur est convaincu que, dans un avenir prochain, la synthèse intégrale de tous ces corps sera possible, même dans leur forme optiquement active. D'autre part, il n'est guère probable qu'il en soit de même de tous les produits de scission des protéines. Il semble, au contraire, que le mélange brut des amino-acides, produit par l'ébullition des protéines avec l'acide chlorhydrique, renferme des substances encore inconnues, dont l'isolement ne sera possible qu'au moyen de méthodes perfectionnées. La synthèse des principales composantes de la molécule protéine ne constitue, cependant, que le premier pas, conduisant vers une connaissance parfaite de la constitution chimique et, par là, vers la synthèse artificielle des substances albuminoïdes. Il s'agit, en effet, de savoir de quelle manière et dans quel ordre ces éléments constitutifs entrent dans la molécule de protéine. Dans ses recherches, désormais célèbres, sur la chimie des albuminoïdes, l'auteur s'est appliqué à préparer, par une synthèse artificielle, des substances analogues aux protéines naturelles, en accouplant l'un avec l'autre différents amino-acides. C'est ainsi qu'il a obtenu, successivement, des substances ressemblant d'abord aux peptones, puis (après une synthèse prolongée) aux protéines. Ces « polypeptides » ne se prêtent cependant point à une utilisation économique pour la production d'aliments artificiels, abstraction faite du fait, démontré par M. Pawlow, que les impressions visuelles, olfactives et gustatives influent, à un degré considérable, sur l'assimilation de la nourriture. Si, d'autre part, l'on réussissait à produire, par une transformation des protéines, des ferments analogues au suc pancréatique, on pourrait espérer de parvenir, un jour, à utiliser la cellulose et les substances affines pour l'alimentation du règne animal. Dans son état actuel, la synthèse des protéines ne sert, au contraire, que les fins purement scientifiques de la Biologie, en élucidant le mécanisme des processus chimiques du corps animal et végétal.

Séance du 22 Février 1907.

M. F. E. Schulze adresse un Mémoire sur les poumons des Cétacés. Il signale le développement si complet des squelettes cartilagineux de certains poumons de Cétacés, squelettes s'étendant jusque dans le parenchyme respiratoire. A l'une et l'autre des surfaces latérales des systèmes d'alvéoles, on trouve un réseau respiratoire capillaire spécial. — M. Orth présente une note de M. A. Bickel sur les expériences faites par ce dernier, en collaboration avec M. L. Pincussohn, au sujet de l'influence de la morphine et de l'opium sur les sécrétions de l'estomac et du pancréas. Tandis que la morphine, suivant les observations de Riegel, commence par paralyser la formation du suc pancréatique, qu'elle n'augmentera qu'ultérieurement, l'opium (qui, à côté de différentes autres substances, renferme de la morphine) produit immédiatement une augmentation de la sécrétion de ce suc. L'action de la morphine sur la sécrétion de la glande abdominale est analogue à celle qu'elle exerce sur les muqueuses de l'estomac; l'opium paralyse, au contraire, la glande du pancréas, la cessation de la sécrétion, observée après l'administration, étant définitive. — M. Waldeyer présente une Note de M. O. Kalischer sur *la fonction du lobe temporal du grand cerveau.* L'auteur a eu l'intention d'examiner la théorie de M. H. Munks, suivant laquelle la perception des sons élevés, chez les chiens, a lieu à la partie antérieure de la sphère auditive, et celle des sons bas à la partie postérieure. La méthode ordinaire d'examen de l'acuité auditive des chiens avait consisté à détourner l'attention des sujets et à observer si les chiens réagiraient d'une façon quelconque à des sons et bruits déterminés. Jugeant cette méthode insuffisante, l'auteur a dressé des chiens, en leur permettant de happer les morceaux de viande qu'on leur offrait, seulement sur un son déterminé, tandis que, pour tous les autres sons, ils ne devaient pas y toucher. Cette méthode constitue un excellent procédé de dressage. Les chiens se sont trouvés posséder un sens acoustique extrêmement fin, qui, chose remarquable, peut être acquis, grâce à un apprentissage de durée variable, par un individu quelconque. Ces animaux possèdent même un sens acoustique *absolu*, étant capables de distinguer immédiatement le son voulu, même à plusieurs heures d'intervalle. Les sujets bien dressés conservent cette capacité, même après des intervalles de plusieurs mois. Pour écarter toute hypothèse relative à un concours possible entre les impressions auditives et des impressions d'un genre différent, l'auteur a fait des expériences sur plusieurs chiens temporairement aveugles, dont on avait cousu les paupières. Or, ces bêtes, ayant été dressées au préalable, se sont conduites d'une façon absolument identique aux autres. Afin d'élucider le rôle qu'il convient d'attribuer, dans ces phénomènes, aux lobes temporaux du grand cerveau, l'auteur a opéré des extirpations monolatérales et bilatérales de ces lobes. Les premières n'ont affecté en aucune façon le sens auditif des sujets. Dans le cas d'une extirpation bilatérale, l'auteur constate, au contraire, que les sujets, tout en regagnant, après plusieurs jours, leur sensibilité, relativement aux sons significatifs de la nourriture, sont peu sensibles vis-à-vis des examens auditifs ordinaires. Les deux espèces de réactions auditives doivent, par conséquent, dépendre de différentes conditions; tandis que les réactions ordinaires n'ont lieu que grâce au concours du lobe temporal, le sens acoustique proprement dit des sujets en essai est gouverné par les centres infracorticaux du cerveau. Il reste à savoir si les phénomènes en question sont au-dessous du seuil de la connaissance.

Séance du 7 Mars 1907.

M. E. Warburg rend compte des expériences qu'il vient de faire, en collaboration avec M. G. Leithäuser, sur l'oxydation de l'azote due à l'action de la décharge silencieuse sur l'air atmosphérique. L'ozonisation partielle de l'oxygène atmosphérique, produite par la décharge silencieuse, s'accompagne d'une oxydation partielle de l'azote. Dans une note antérieure, l'auteur avait déterminé la quantité totale du gaz nitreux produit. Dans la note présente, il étudie la nature de cet oxyde nitreux. Suivant MM. Hautefeuille et Chappuis, l'oxyde en question serait caractérisé par la formule Az^2O^6. Il fallait cependant admettre qu'en dehors de cet oxyde il pouvait s'en former d'autres, exempts de tout spectre d'absorption dans la région visible. L'auteur constate par l'analyse spectrale la présence d'un gaz Az^2O^5, venant de l'appareil à décharges. Il est d'avis que le gaz nitreux formé dans l'air atmosphérique sec par la décharge silencieuse consiste essentiellement en ce composé, tandis que l'existence du

corps signalé par MM. Hautefeuille et Chappuis ne se confirme point. — M. H. **Zimmermann** adresse un Mémoire sur la barre droite placée sur supports élastiques individuels et chargée par des forces longitudinales. Dans une Note antérieure, l'auteur avait présenté les résultats de ses recherches sur la flexion d'une barre droite placée sur des supports élastiques continus et exposée à des charges individuelles d'une direction quelconque. Le travail présent est relatif à une extension de ce problème, réalisant les conditions de certains cas pratiques qui se présentent dans l'architecture et dans l'art de l'ingénieur. Il traite notamment du cas où les forces n'agissent point suivant l'axe, tandis que le cas des forces axiales sera traité ultérieurement. Les procédés de calcul trouvés par l'auteur permettent une détermination exacte des phénomènes présentés par les cordes des ponts ouverts en dessus.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 25 Avril 1907.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **J. Hann** poursuit ses recherches sur la marche diurne de la température dans la zone tropicale ; il communique de nombreuses observations faites en Asie et en Australie. C'est dans la zone tropicale que la moyenne arithmétique entre les deux températures extrêmes d'une journée s'écarte le plus de la température moyenne vraie de la journée. — M. **A. von Obermayer** a constaté que la fréquence des orages observés dans les stations météorologiques alpines, en particulier au sommet des montagnes, présente un recul très accentué du 10 au 20 juin de chaque année. — M. **H. Molisch** est parvenu à observer à l'œil nu le mouvement brownien des particules microscopiques de résine ou de caoutchouc du suc laiteux de l'*Euphorbia splendens*. Pour cela, on place quelques gouttes de suc entre deux lamelles de verre, qu'on regarde perpendiculairement en lumière solaire directe. — M. **K. Rziha** a déterminé l'effet Peltier et la force thermo-électromotrice du couple Ni-Cu entre 20° et 800° C. ; ils subissent des variations correspondantes. — M. **N. Stucker** a constaté que la conductibilité électrique de l'or et de l'argent colloïdaux est excessivement faible ; leur coefficient d'extinction et les constantes de la polarisation elliptique diffèrent beaucoup de ceux du métal ordinaire. — M. **R. Kremann** a comparé les valeurs déduites de la formule de van Laar pour la détermination du degré de dissociation des combinaisons qui se dissocient en fondant avec les valeurs trouvées expérimentalement ; les premières sont, en général, passablement plus élevées. — MM. **R. Kremann** et **R. Ehrlich** montrent que la contraction de volume observée dans le mélange équimoléculaire d'acide sulfurique et d'eau n'est attribuable qu'en partie à la formation d'hydrate, et que la majeure portion est le résultat du phénomène de solution lui-même. La courbe de frottement interne des mélanges de H^2O et H^2SO^4 présente pour le mélange équimoléculaire un maximum, qui disparaît à 130°. — MM. **R. Kremann, E. Bennesch, F. Kerschbaum** et **A. Flooh**, par l'étude des équilibres de solutions binaires entre les acides formique et acétique et l'eau, ont reconnu que ni l'un ni l'autre de ces deux acides ne forme d'hydrate avec l'eau. — MM. **R. Kremann** et **F. Kerschbaum** ont observé que les chaleurs spécifiques du système $H^2SO^4.H^2O$ varient régulièrement de 0° à 207° et s'écartent peu de la loi d'addition. Il en résulte que, dans la chaleur de formation du mélange trouvée par Pfaundler (69 cal. à 18°), une très faible partie est attribuable à la formation d'hydrate. — MM. **R. Kremann** et **K. Huttinger** ont reconnu que la glycérine et le sucre de raisin n'influent guère sur la vitesse de la réaction entre le sulfate de Na et le soufre, tandis qu'ils diminuent celle de la réaction entre le sulfite de Na et l'oxygène. — MM. **R. Kremann** et **W. Decolle** déduisent de mesures de la conductibilité de NaF en solutions N/32 et N/1024, d'après la règle d'Ostwald, que l'acide fluorhydrique serait bibasique et posséderait la formule H^2F^2. — M. **P. Cahn-Speyer**, en éthérifiant l'acide aminotéréphtalique par diverses méthodes, n'a obtenu, en dehors de l'éther neutre, qu'un des deux éthers-acides possibles, l'éther 2-aminotéréphtalo-4-méthylique. — M. **R. Wegscheider** a préparé les deux éthers méthyliques acides de l'acide aminotéréphtalique par réduction des éthers de l'acide nitrotéréphtalique ; ils fondent tous deux à 216°-217°, mais diffèrent par leurs constantes d'affinité. — M. **A. Kailan** a étudié l'éthérification des acides pyridinemonocarboniques et des acides dioxybenzoïques par HCl alcoolique et déterminé la nature de la réaction. — M. **A. Praetorius** a étudié la saponification des éthers méthylique et éthylique de l'acide benzénosulfonique. Dans les mélanges d'alcool et d'eau, l'action saponifiante a lieu suivant la loi d'action de masse. Dans la saponification alcaline, seule la partie dissociée prend part à la réaction. — M. **M. Samec** a étudié les produits de l'action de H^2SO^4 sur la pinacone de la diéthylcétone ; l'hydrocarbure $C^{10}H^{18}$ paraît être cyclique, de même que l'oxyde $C^{10}H^{20}O$. — M. **H. Lampel**, en traitant par l'acide nitreux la globuline du sérum de cheval, a obtenu une désamidoglobuline, donnant par hydrolyse de l'histidine et de l'arginine, mais non de la lysine.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **H. Steindachner** décrit deux nouveaux poissons d'eau douce trouvés dans le Parnahyba au Brésil : le *Prochylodus lacustris* et le *Loricaria parnahybae*, ainsi qu'une nouvelle variété (var. *microlepidota*) du *Loricaria lima*, trouvée dans le Jurua. — MM. **F. von Höhnel** et **V. Litschauer** ont procédé à une révision des Corticées d'après les exemplaires de l'Herbier royal de Berlin et de l'Herbier Barbey-Boissier de Genève. — M. **F. von Höhnel** présente encore la suite de ses études mycologiques et une étude sur les champignons recueillis en 1901 par l'Expédition de l'Académie au Brésil. — MM. **F. Berwerth** et **F. Becke** communiquent respectivement la liste de leurs observations géologiques sur les ailes sud et nord du tunnel des Tauern. — M. **C. Diener** a étudié la faune des « klippe » tibétains de Malla Johar (Himalaya central). Cette étude fait ressortir des différences profondes dans le développement des séries du Tibet et de l'Himalaya.

Séance du 2 Mai 1907.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **E. Dintzl** représente, à la manière d'Eisenstein, les symboles de Legendre dans la théorie des restes quadratiques des corps de nombres quadratiques imaginaires de nombre de classe 1 au moyen de fonctions elliptiques et déduit de ces expressions les lois de réciprocité quadratiques.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — MM. **A. Meyer** et **E. von Schweidler** ont cherché à déterminer la constante de diminution de moitié de l'activité du radium D. De l'étude de la radiation α, on déduit une constante de 11,9 années ; de celle de la radiation β, une constante de 35,7 années. La seconde paraît la plus probable. — M. **L. Szydlowski** a étudié les mélanges frigorifiques de HCl concentré et de Na^2SO^4 cristallisé ; celui qui donne l'effet frigorifique maximum (45,4 cal. pour 1 gr. de mélange) contient les deux corps dans le rapport 0,26 : 1 ; il abaisse la température de + 21,2 à — 18°,6. — MM. **F. Emich** et **F. Donau** proposent, pour déterminer la couleur de faibles quantités de liquides très peu colorés, de les enfermer dans des tubes capillaires à parois épaisses qu'on examine au microscope en lumière transmise à faible grossissement ; on peut ainsi reconnaître dans un liquide la présence d'un millionième de mgr. d'un corps très colorant. — M. **S. Strakosch** a étudié les échanges d'hydrocarbonés dans la betterave à sucre. Le dextrose se forme dans le mésophylle de la surface foliaire. Le saccharose se forme dans les nervures des feuilles, d'où il émigre dans la racine ; sa formation n'a lieu qu'à la lumière.

3° Sciences naturelles. — M. E. Löwi a étudié le mécanisme du détachement des feuilles chez les plantes toujours vertes ; il a lieu soit par macération des cellules avec tension simultanée des membranes, soit par solution des couches d'épaississement, soit par séparation mécanique à la suite des phénomènes de croissance des cellules de séparation.

Louis Brunet.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Avril 1907 (fin).

3° Sciences naturelles. — Ensuite M. M. H. Zwaardemaker présente, encore au nom de M. **Muskens**: *L'influence des nerfs sur l'action du cœur.* Première partie: Génération du « pulsus alternans ». Première forme du p. a. à intervalles égaux. Seconde forme du p. a. à intervalles égaux. Troisième forme du p. a. à grande contraction retardée. Une planche. — Ensuite M. Zwaardemaker présente la thèse de M. **V. E. Nierstrasz** : *Rauwolfine als hartgif* (la Rauwolfine comme matière toxique pour le cœur), et celle de M. **A. van Rossum** : *Gewaarwordingen en reflexen, opgewekt van uit de halfcirkelvormige kanalen* (Sensations et réflexes, prenant naissance dans les canaux semi-circulaires). — M. F. A. F. C. Went présente, pour les Mémoires de l'Académie, au nom de M. **S. H. Koorders** : *Botanische Untersuchungen über einige in Java vorkommende Pilze, besonders über Blätter bewohnende parasitische Arten* (Recherches botaniques sur quelques champignons de l'île de Java, en particulier des espèces parasitiques se trouvant sur des feuilles). — M. H. de Vries présente au nom de M. **Cl. Reid** et de Mme **E. M. Reid** : *The fossil flora of Tegelen-sur-Meuse, near Venloo, in the province of Limburg* (La flore fossile de Tegelen-sur-Meuse, près de Venloo, dans la province de Limbourg). Sont nommés rapporteurs MM. G. A. F. Molengraaff et K. Martin.

Séance du 24 Mai 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. J. C. Kapteyn présente au nom de M. **W. de Sitter** : *Les orbites périodiques du type Hestia.* Il s'agit de quelques solutions du cas particulier suivant du problème des trois corps : « Deux points matériels S et J, de masses 1 et μ, se meuvent, avec une vitesse angulaire constante $n' = 1$, sur des circonférences de cercles autour de leur centre de gravité commun. Trouver le mouvement d'un point matériel P, de masse infiniment petite, du même plan sous l'influence des attractions de la part de S et J, d'après la loi de Newton, la distance constante S J étant considérée comme unité de longueur (problème de G. Darwin, *Acta mathematica*, t. XXI, p. 99-242) ». L'auteur s'occupe des cas particuliers où l'orbite périodique de P est une ellipse de petite excentricité, S étant un des foyers, le mouvement n s'approchant de la valeur 3 pour lim. $\mu = 0$; il considère plusieurs cas étudiés par M. Darwin, du point de vue développé par M. Poincaré dans les tomes I et III de ses « Méthodes nouvelles ».

2° Sciences physiques. — M. **J. D. van der Waals** : *Contributions à la théorie des mélanges binaires.* Suite (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 299, 383, 524). La ligne binodale. Pour l'existence réelle de la ligne binodale, il est nécessaire que les quantités p, q et $\psi - v\frac{d\psi}{dv} - x\frac{d\psi}{dx}$ soient égales à la température. Etude des « lignes potentielles », pour lesquelles la dernière de ces trois quantités est constante. Revision des expressions « pli principal, pli latéral », « pli longitudinal, pli transversal ». Pli anormal et pli composé. Etude détaillée de la forme de la ligne binodale ». — M. H. **Kamerlingh Onnes**, aussi au nom de M. W. H. **Keesom** : *Contribution à la connaissance de la surface ψ de van der Waals.* XV. Cas où l'une des deux composantes est un gaz sans attraction, à molécules admettant des dimensions. Suite (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 300, 383). 8. Sur les températures et les pressions au pli gaz-gaz. 9. Réfutation de l'opinion de M. J. J. van Laar, quant à la question de priorité (*Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 524). — Ensuite, M. **Kamerlingh Onnes** présente, aussi au nom de M. **G.-H. Fabius** : *Répétition des expériences de MM. de Heen et Teichner sur l'état critique.* 1. Introduction. 2. Les expériences de M. de Heen. 3. Différences de densité après correction pour les différences de température des réservoirs. 4. Exemple de différences de densité comparables à celles trouvées par M. de Heen et dues à une légère impureté de l'acide carbonique. 5. Corrections pour la pesanteur et pour de petites quantités de matières souillantes. Conclusion. 6. Les expériences de M. Teichner. 7. Observations. 8. Conclusions et remarques.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Zwaardemaker** : *L'absorption de l'odeur de la muscone sur les surfaces des différentes substances.* En 1906, M. H. Walbaum découvrit la matière odorante du musc, la cétone $C^{16}H^{30}O$, appelée *muscone.* Ici, M. Zwaardemaker fait connaître les résultats provisoires de quelques expériences olfactologiques sur cette matière. Une certaine quantité du mélange de muscone et d'acide myristique à 0,627 % de muscone fut fondue en forme de cylindre olfactométrique de 15 centimètres de longueur et 8 millimètres de diamètre. L'exposition de ce cylindre à un courant d'air donnant lieu à un déplacement de 100 centimètres cubes par seconde fait naître une impression encore reconnaissable de l'odeur de la muscone, un parfum fatiguant bien vite, correspondant au coefficient odorimétrique 6,7. Les expériences montrent : 1° que la muscone raréfiée s'attache fortement aux parois de verre qu'elle touche; 2° que le frottement de ces parois de verre avec de l'ouate transforme l'odeur de la muscone, de manière à la faire ressembler à celle du musc; cette odeur de musc se manifestait aussi sur de l'ouate, des plumes, du papier mis dans la trajectoire du courant, mais non pas sur d'autres substances comme de la laine d'asbeste, de l'éponge de platine, le temps d'exposition étant de un quart de minute. Description de plusieurs exériences avec un cylindre olfactométrique de 10 centimètres de longueur. Absence totale d'absorption d'odeur (porcelaine poreuse, charbon, ébonite, acier, fer), absorption modérée (aluminium, argent, soufre), absorption considérable (étain, cuivre, nickel, verre, plomb contenant de l'étain), etc. — Ensuite, M. Zwaardemaker présente la thèse de M. **P. Wolterson** : « Quantitatieve betrekking tusschen vagusprikkeling en hartswerking » (Rapport quantitatif entre l'excitation du vagus et l'action du cœur). — M. G. C. J. Vosmaer présente, au nom de M. **J. Boeke** : *Sur la structure des cellules ganglionnaires dans le système nerveux central de Branchiostoma lanceolatum.* L'auteur fait connaître plusieurs formes de cellules dont il a coloré les neurofibrilles à l'aide de la méthode excellente de Bielschowsky-Pollack. Une planche. — Rapport de MM. Molengraaff et Martin sur l'étude de M. **Cl. Reid** et Mme **E. M. Reid** : « The fossil flora of Tegelen sur Meuse, near Venloo, in the province of Limburg ». Le mémoire, illustré par 127 photographies de graines, va paraître dans les publications de l'Académie.

P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 14 30 JUILLET 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Recherches sur les excentricités des comètes. — Les comètes viennent-elles des espaces interstellaires ou convient-il, au contraire, de les considérer comme ayant toujours appartenu à notre système?

Ce problème captivant a suscité d'assez nombreuses recherches, dont les conclusions s'accordent peu : tandis que Laplace se prononce nettement en faveur d'une origine extra-solaire, d'autres savants, parmi lesquels il faut citer Faye et Schiaparelli, ont soutenu la thèse opposée, en invoquant, d'ailleurs, comme principal argument l'absence de comètes à orbites fortement hyperboliques : argument intéressant, mais non décisif.

Dans un important Mémoire, publié il y a une dizaine d'années, M. Fabry, voulant reprendre complètement l'étude de cette question, se posa le problème suivant : Quelles doivent être les lois de la distribution des divers éléments des orbites cométaires si l'on admet que ces astres viennent des espaces interstellaires? et ces lois sont-elles bien celles-là mêmes qui se manifestent en réalité?

Mettant à profit les travaux antérieurs de Gauss, Schiaparelli, Seeliger et Davis, l'auteur, après avoir rectifié plusieurs inexactitudes du Mémoire de Laplace, montre que la discordance des résultats dans les recherches qui ont précédé n'est qu'apparente, et provient uniquement de ce que la question y était envisagée à des points de vue différents.

Il faut, dit M. Fabry, dans une telle étude, tenir compte du mouvement de translation du Soleil, et considérer principalement les orbites dont les distances périhélies ne sont pas trop considérables : on trouve alors que l'hypothèse d'une origine extra-solaire implique le caractère hyperbolique, souvent même prononcé, pour toutes les orbites cométaires. Or, les conséquences sont en complet désaccord avec les observations : on devrait donc pouvoir conclure, avec Fabry, que les comètes sont des astres permanents de notre système.

Cependant, si l'on veut admettre qu'aucune comète ne provient des espaces interstellaires, il faut pouvoir répondre à une objection : parmi ces astres, il en existe une quinzaine pour lesquels il n'a pas été possible de représenter convenablement toutes les positions observées à l'aide d'un arc elliptique ou même parabolique; l'orbite osculatrice qui correspond à la période des observations est alors nettement hyperbolique. L'excentricité dépasse trop fortement l'unité pour que cet écart puisse être attribué à l'incertitude du calcul; et, au surplus, quelques-unes de ces comètes exceptionnelles figurent au nombre de celles qu'on a découvertes récemment, et qui ont été observées longuement avec toute la précision désirable.

Une explication assez simple consiste à regarder ce caractère hyperbolique comme accidentel, en admettant qu'il résulte d'une action perturbatrice des grosses planètes (en particulier de Jupiter) sur les éléments d'une orbite antérieurement elliptique.

Cette hypothèse vient de se trouver confirmée dans des travaux récents de Strömgren, Fabry, Fayet, concernant les comètes 1890 II et 1892 II, deux astres pour lesquels le caractère hyperbolique existait certainement à l'époque des observations; le calcul des perturbations a montré que l'orbite de chacune de ces comètes était une ellipse durant la période qui a précédé son entrée dans le domaine d'attraction des planètes.

Dans ces conditions, il était désirable de voir entreprendre une recherche générale du même genre, recherche comprenant non seulement les comètes trouvées hyperboliques, mais embrassant toutes celles dont l'orbite diffère très peu de la parabole, à supposer toutefois que cette orbite ait été déterminée avec une exactitude suffisante : il se pourrait, en effet, qu'une orbite parabolique ou même légèrement elliptique, au voisinage du passage au périhélie, ne soit qu'une orbite antérieurement hyperbolique, dont les perturbations planétaires auraient diminué plus tard l'excentricité; un tel fait constituerait, au contraire, un argument en faveur d'une origine extra-solaire.

Malheureusement, pour qui connaît les difficultés matérielles que l'on rencontre en Astronomie, la réalisation d'un tel plan, par quadratures mécaniques, avec toute la rigueur nécessaire et en tenant compte de

l'action de toutes les planètes, eût absorbé quasiment l'existence d'un calculateur exercé. Nous devons savoir le plus grand gré à M. Fayet d'avoir eu déjà le courage d'aborder un problème restreint, se contentant d'évaluer les perturbations du premier ordre de l'excentricité, le seul élément intéressant pour notre objet, et limitant le calcul aux perturbations produites par Jupiter. Cette dernière restriction est légitime quand on songe au rôle prépondérant de Jupiter dans la distribution du système solaire. Enfin, puisque l'excentricité des astres calculés est comprise entre 0,9985 et 1,0020, il ne pourrait y avoir qu'une erreur minime à considérer, dès le début, les orbites comme paraboliques; de même, on a vu, par les travaux de Callandreau, que l'excentricité de Jupiter ne joue pas un rôle considérable dans les perturbations planétaires, et parfois aussi, ici, l'auteur pourra supposer l'orbite de Jupiter rigoureusement circulaire.

C'est en cette forme que le problème fut abordé par M. Fayet, de l'Observatoire de Paris, dans une thèse importante, étudiant près de 150 comètes, et calculant les tables numériques destinées à faciliter les recherches analogues qui pourraient être entreprises ultérieurement.

Cette étude approchée a permis, comme on l'espérait, de constater que la grande majorité des astres examinés ne peuvent être d'origine extra-solaire. Pour le très petit nombre qui restait, le résultat de la première approximation était douteux, et un calcul plus rigoureux était nécessaire, comprenant l'action de planètes autres que Jupiter; cette recherche plus précise et plus complète fut faite également, et une des plus grosses difficultés fut présentée par la comète 1844 III, étudiée par Bond dans le détail. La singularité des résultats obligea de reprendre tous les calculs de Bond, et de reconnaître une erreur de signe, échappée faute de vérification : alors cette comète, elle aussi, rentre dans la loi commune et l'on peut conclure que :

1° Parmi les comètes connues, il n'en existe aucune que l'on puisse invoquer comme un argument en faveur de l'hypothèse d'une origine extra-solaire;

2° L'orbite hyperbolique admise jusqu'ici comme la meilleure concernant la comète 1844 III est inexacte. L'orbite la plus probable semble être, au contraire, légèrement elliptique; mais le peu de gain réalisé en passant de la parabole à l'ellipse permet aussi de conclure que la parabole est bien suffisante pour représenter les observations.

En un mot, toutes les comètes apparues jusqu'ici sont des astres permanents de notre système.

Certainement un analyste pur trouverait à redire au travail de M. Fayet : quelques singularités étranges se présentent, dans les équations, qui ne sont point éclaircies. Mais, on l'a dit bien souvent, il ne faut pas être hypnotisé par l'attrait analytique, et, trop souvent, les recherches de Mécanique céleste sont sans aucun rapport avec la réalité, purement théoriques, d'une application inconnue ou impossible aux chiffres d'observation et leur valeur se trouve, de ce fait, hautement diminuée.

L'auteur ne se préoccupe pas de la *nature* des points analytiques : il les *calcule*. En fait, son travail correspond à une lourde tâche, il évoque un astronome possédant son métier et maître, en même temps, de l'appareil des calculs : les conséquences sont la récompense d'un si long et si méritoire effort, et en tant que conclusions temporaires, et parce que les nombreuses données numériques serviront de base, désormais, à toutes les recherches concernant les comètes.

Cette œuvre comptera largement à l'actif des importants travaux de l'Observatoire de Paris. Elle est dédiée, notamment, à son Directeur : elle lui fait grandement honneur, dans la mesure des encouragements et des facilités qu'il a pu prodiguer, de la part d'initiative qu'il a prise pour l'élaboration de cette mise au point d'une question si délicate et si longuement controversée.

§ 2. — Météorologie

Verres colorés pour l'observation des nuages. — L'emploi des verres colorés pour l'observation des nuages n'est pas nouveau; mais l'expérience a conduit le capitaine Et. Péroux à déclarer que le choix de la couleur est très important, et cet auteur a fait, à ce sujet, une communication à la *Société Astronomique de France*. Certains observateurs emploient indifféremment des verres bleus, jaunes, rouges, dans le but d'affaiblir la lumière au seul profit des yeux; mais aucune de ces couleurs ne paraît avoir été recherchée pour l'étude spéciale des nuages; le verre violet, seul, a permis à l'auteur de distinguer les plus légers cirrus et les plus légères brumes, ainsi que l'épaisseur relative des couches nuageuses qui paraissent uniformes: distinctions que les autres couleurs et l'observation à l'œil nu ne peuvent donner.

Le violet auquel on s'est arrêté, placé devant un spectre lumineux (celui de l'argon, par exemple), ne laisse sensiblement passer que les ondes comprises de $\lambda = 440$ à $\lambda = 400$ environ : il correspond approximativement, comme intensité colorimétrique, à une solution de permanganate de potasse au 2/1000 sous une épaisseur de 15 millimètres, mais d'une tonalité moins rose et tirant plus sur le violet, car, par transparence, sous un fort éclairage, la solution de permanganate en cuve à faces parallèles ne présente pas la même absorption ni le même *pouvoir définissant*. La superposition de deux verres colorés, l'un bleu indigo clair et l'autre rose pourpre, répond assez bien à ce violet.

Pour observer les nuages les plus légers, leur épaisseur relative et leur direction, le capitaine Et. Péroux emploie un tube prismatique rectangulaire, de la forme d'un petit stéréoscope à main, et dont le fond est fermé par un de ces verres violets; en s'orientant convenablement, la direction des nuages qui traversent le champ de cet appareil se trouve indiquée par les côtés mêmes d'une façon suffisamment précise; la hauteur relative des couches nuageuses, leur différenciation et les voiles de cirrus les plus ténus apparaissent nettement.

Les verres colorés peuvent, en effet, rendre de précieux services, et les indications qui précèdent sont à retenir; mais il est à souhaiter qu'elles soient contrôlées, qu'une entente survienne et que tous les amateurs puissent avoir des résultats plus fructueux en observant d'une façon systématique et uniforme.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Les incendies à bord des navires. — Les incendies à bord des navires sont beaucoup plus fréquents qu'on ne le pense en général; c'est ainsi que, d'après un Mémoire de M. V. Lewes, présenté à l'Institution des *Naval Architects* de Londres et analysé récemment par M. G. Richard à la *Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*, on compterait, pendant les cinq premières années de ce siècle, 141 incendies ayant occasionné la perte d'autant de navires, d'un tonnage total de 162.000 tonneaux. Il ne s'agit ici que des désastres; les incendies d'importance moyenne, éteints sans perte des navires, sont extrêmement nombreux.

Les causes principales de ces incendies sont les suivantes : 1° feu spontané prenant dans une cargaison homogène ou mélangée; 2° admission de substances susceptibles de provoquer, en un point d'une cargaison inoffensive en général, une élévation de température excessive, par des actions chimiques ou autres; 3° substances susceptibles de dégager des gaz ou des vapeurs inflammables ou explosifs.

Au premier rang des cargaisons susceptibles d'inflammation spontanée, il faut citer les charbons, puis les matières fibreuses légèrement humides et comprimées renfermant des traces d'huiles ou de graisses, spécialement les fibres végétales, surtout en pré-

sence d'huiles siccatives, très facilement oxydables. Le coton, le jute, la laine sont particulièrement dangereux lorsqu'ils sont humides, huileux et exposés à la chaleur soit de tuyaux de vapeur, soit simplement des rayons solaires, et il en est de même des tissus de ces matières. En outre, ces matières dégagent souvent des poussières très inflammables, formant avec l'air des mélanges presque explosibles par une étincelle quelconque.

Dans une cargaison mélangée, il peut se produire, pendant les gros temps, des secousses qui provoquent des fuites de différentes substances chimiques, dont le mélange est susceptible d'occasionner des incendies tout à fait imprévus. C'est ainsi qu'une bouteille de glycérine, brisée sur un paquet de permanganate de potasse, — deux substances en elles-mêmes absolument inoffensives, — provoque une déflagration immédiate des plus intenses. Des cordages goudronnés en présence de barriques de chlorure de chaux peuvent provoquer un incendie par l'action du chlore de ces barils sur le goudron ou la térébenthine des cordages. L'acide azotique en présence de charbon ou de térébenthine est aussi très dangereux, et l'on citerait ainsi toute une liste de corps extrêmement nombreux sans aboutir à d'autre règle que celle, aussi vague que générale, d'éviter autant que possible de loger près l'une de l'autre des substances très oxydantes et oxydables, riches en oxygène d'une part et en matières combustibles de l'autre.

Les incendies par formation et fuites de vapeurs combustibles se déclarent principalement dans les cargaisons de pétrole plus ou moins mélangé d'essences, principalement des huiles brutes.

Les principales précautions à prendre contre ces incendies sont : 1° la subdivision du navire en nombreux compartiments étanches et à bois ignifugés; 2° la protection des tuyaux de vapeur et des canalisations électriques; 3° une surveillance exacte et minutieuse de l'arrimage des cargaisons; leur protection par des moyens d'extinction appropriés. Mais ces précautions sont très rarement applicables en grand dans la marine marchande.

L'ignifugation des bois ne peut être efficace que si la matière ignifugente pénètre bien au cœur des bois, ce qui exige des procédés variant avec la nature et l'âge des bois, de sorte que cette imprégnation à cœur est loin d'être résolue pratiquement. En outre, il faut que les substances ignifuges ne détériorent pas les bois, comme le sel marin, qui le rend trop hygroscopique; d'autres attaquent les bois et les métaux, clous, etc., qui s'y trouvent. Les substances les plus employées sont les chlorures et les phosphates d'ammoniaque, de calcium, de zinc. Les bois, amenés sur chariots dans de grands autoclaves, y sont soumis au vide qui en épuise les gaz et l'humidité, puis au réactif sous pression, dont on surveille l'absorption par sa baisse dans l'autoclave; puis les bois imprégnés sont séchés à des températures ne dépassant guère 30°.

Les bois ainsi traités avec grand soin présentent, d'après M. Lewes, une grande résistance à l'incendie, sans détérioration de leur substance, et leur emploi devrait être, d'après lui, rendu obligatoire sur tous les paquebots à voyageurs; en outre, les chantiers de construction devraient ignifuger eux-mêmes leurs bois de façon à en être bien sûrs.

L'emploi de l'eau n'est pas toujours à conseiller pour l'extinction des incendies. Tel est le cas de la prise en feu d'une poche de charbon à fond de cale. L'eau lancée sur la masse de charbon de la cargaison ne peut pénétrer à la poche en feu qu'en un volume insuffisant pour l'éteindre, mais très suffisant pour s'y transformer en gaz à l'eau combustible et susceptible de provoquer des explosions amenant l'incendie total du navire; on s'en tirerait mieux par un jet d'acide carbonique liquide, extincteur et refroidisseur énergique pénétrant au cœur de la poche en feu; l'emploi des bonbonnes d'acide carbonique actuelles, en acier sans soudure, ne présente plus aucun danger.

Mais, d'après M. Lewes, tous ces moyens ne sauraient être qu'imparfaits et, pour assurer une sécurité absolue, il faudrait que la cale, fermée à ses extrémités par des cloisons ou murailles d'eau bien étanches et pourvue d'écoutilles à joints hydrauliques, fût, après son arrimage, remplie d'acide carbonique qu'on chasserait par un ventilateur pour le déchargement. Malheureusement, cette solution radicale et rationnelle exige des dispositions spéciales, coûteuses et délicates, qui en empêcheront longtemps l'adoption par la plupart des navires de moyenne importance ou faisant de nombreuses escales, de sorte que la question discutée par M. Lewes est encore loin, comme celle même de l'incendie des théâtres, d'être résolue d'une façon pratique et générale.

§ 4. — Physique

Une modification du marteau électro-magnétique. — L'interruption automatique, sur laquelle la construction du marteau électro-magnétique se base en général, est remplacée, dans certains cas, par une dérivation disposée sur le marteau et qui, après l'attraction de l'armature, met l'électro-aimant hors de circuit. Or, comme ces systèmes à court-circuit présentent une consommation excessive de courant électrique, M. Ammon vient de les modifier d'une façon fort ingénieuse.

Dans la figure 1, M est un électro-aimant en fer à cheval à deux enroulements bifilaires, disposés de telle façon

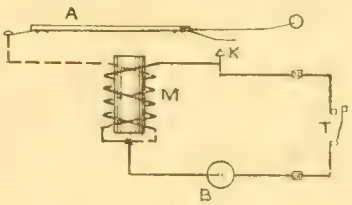


Fig. 1. — *Marteau électro-magnétique modifié.*
A, armature; B, pile; M, électro-aimant; K, T, contacts.

que, la touche étant abaissée, la pile B, dans le premier stade (c'est-à-dire avant que l'armature A ne soit parfaitement attirée), n'envoie son courant magnétisant qu'à travers l'un des enroulements, tandis que, l'attraction de l'armature une fois terminée, le second enroulement sera également mis en circuit, amenant le courant de la pile en direction opposée au premier, de façon à désaimanter les noyaux et à leur faire relâcher l'armature.

Un autre perfectionnement réside dans la disposition d'un second électro-aimant, destiné à remplacer le ressort antagoniste.

Ces systèmes de marteaux se prêtent à nombre d'applications diverses, et notamment aux bobines d'induction. Dans ce dernier cas, on se passe d'un condensateur.

Ce dispositif est décrit avec plus de détails par M. O. Canter dans un article récemment publié dans une revue électrique allemande[1].

§ 5. — Electricité industrielle

Les turbines à vapeur dans les usines électriques. — Le développement pris par les turbines à vapeur, surtout dans les usines à courant alternatif composées de grosses unités, paraîtra pleinement justifié à qui lira les résultats d'essais des turbines de construction moderne; nous signalerons, en particulier, d'après une revue anglaise, l'*Electrical Engineering*[2], ceux qui viennent d'être obtenus sur un groupe Parsons

[1] *Elektrotechnische Zeitschrift*, n° 21, 1907.
[2] *Electrical Engineering* du 16 mai 1907, p. 826.

en service depuis plus de six mois à l'usine de Newcastle-on-Tyne.

A noter, d'ailleurs, l'émulation qui existe entre les grandes usines de construction de turbines, qui ont obtenu des chiffres de consommation très économiques avec les divers modèles existants, parmi lesquels Parsons, Curtis, Brown, Westinghouse, etc.

Les turbo-alternateurs de l'usine de Newcastle ont une puissance nominale de 3.500 kw.; mais leur minimum de consommation paraît obtenu à la puissance d'environ 5.000 kw., ainsi que le font ressortir les essais effectués sur l'un des groupes aux différentes charges suivantes :

A vide et sans excitation, dans le premier essai;

A vide et avec excitation, dans le deuxième essai;

Aux puissances d'environ 2.000, 4.000, et 6.000 kw., dans les essais 3, 4, 5 et 6;

Enfin et à nouveau à 5.000 kw., dans le septième essai.

Après quelques jours fut répété l'essai à 5.000 kw., prolongé cette fois pendant 3 heures (8e essai).

De tous ces essais, les résultats sont donnés dans le tableau I suivant.

On voit qu'à quelques centièmes près, les divers essais à 5.000 kw. donnent une consommation d'environ 6 kg. par kw.-heure.

Tableau I. — *Résultats d'essais de turbo-alternateurs.*

Numéros des essais	1	2	3	4	5	6	7	8
Durée des essais, en heures	1/2	1/2	1	1 1/2	1 1/2	1/2	1	3
Puissance moyenne, en kw.	vide, sans excitation.	vide, avec excitation.	2192,87	4045,14	5901	6921,8	5164,07	5059,38
Pression de la vapeur, en kg par cm²	12,6	14,7	14,1	13,8	13,7	13,8	14	13,3
Degrés de surchauffe de la vapeur à la turbine, en degrés C.	44	34	57	60	65	66	66	51
Vitesse, en tours par minute	1.200	»	»	»	»	»	»	»
Vide à la sortie de la turbine, en mm. de mercure	735	735	738	738	735	730	738	741
Kilogr. d'eau totale condensée par heure (approx.)	1.665	2.360	14.500	25.200	36.600	43.400	30.000	30.000
Kilogr. par kw.-heure	»	»	6,577	6,278	6,105	6,210	5,982	6,082

Il convient de noter que la puissance mesurée et donnée dans la 5e ligne du tableau est celle que débite l'alternateur, et qu'il n'y est pas tenu compte de la partie que consomment les machines auxiliaires, telles que machine motrice et pompes du condenseur, etc., consommation dont il serait cependant intéressant de tenir compte.

Toutes ces lectures ont été très soigneusement prises et contrôlées, et c'est parce qu'elles offrent la garantie d'une grande précision qu'il convient de les retenir, non pas comme un chiffre de consommation moyenne, mais comme une indication du maximum d'économie réalisée actuellement pour une machine de cette nature et de cette puissance.

§ 6. — Chimie industrielle

Un nouveau procédé de conservation des bois. — La question de la conservation des bois a déjà donné lieu à de nombreuses solutions : créosotage par immersion, vide ou pression, puis injection de toutes sortes d'antiseptiques : chlorure de zinc, bichlorure de mercure, sulfates de cuivre, de fer, de zinc. Mais aucun de ces procédés n'a su résoudre complètement la question de la préservation indéfinie des bois sans les détériorer; aussi est-on encore perpétuellement à la recherche de nouveaux procédés.

Parmi les procédés récemment essayés, M. G. Richard a dernièrement signalé à la *Société d'Encouragement* celui de Powell, des plus curieux par la nature de son antiseptique, qui n'est autre que du sucre, sous forme de mélasse pour les bois grossiers et de saccharose pour les bois fins. Les bois, verts ou saisonnés, sont plongés en une dissolution sucrée froide, dans un autoclave dont on amène graduellement la température à celle de l'ébullition de la dissolution; puis, après un temps plus ou moins long, on sort ces bois des autoclaves et on les sèche lentement dans un courant d'air chauffé graduellement.

Cette eau sucrée se diffuse dans le bois bien plus profondément et vite que l'eau pure; puis, à mesure que la température de l'autoclave augmente, cette eau chasse du bois l'air qui s'y trouve et aussi en vaporise l'humidité et la sève parce que son point d'ébullition est plus élevé que celui de l'eau pure. Pendant le refroidissement, l'absorption de l'eau sucrée continue, de sorte que le sucre finit par imprégner totalement le bois, mais sans laisser, à l'examen microscopique, trace de sucre cristallisé ou en sirop. La durée de l'opération varie, suivant la nature des bois, de quelques jours à quelques semaines.

Les bois sortent de ce traitement avec une légère augmentation de densité, avec leurs veinules et même les fentes du saisonnage comme cimentées par l'imprégnation sucrée, et ce, sans modifier l'aspect ni la couleur des bois, sans diminuer la facilité de leur travail à l'outil.

Des essais exécutés sur du sapin pour pavage en bois par la municipalité de Londres, dans le quartier de Whitehall, ont donné d'excellents résultats de résistance sous un trafic très lourd, d'insensibilité à la chaleur et à l'eau, sans dilatation, exsudation ni mauvaise odeur.

On peut, dans certains cas, compléter ce procédé en mélangeant à la dissolution sucrée des antiseptiques spéciaux contre l'attaque des insectes destructeurs des bois.

En pareille matière, il faut toujours se méfier un peu des premiers résultats, et il est certain que le procédé Powell attend encore la consécration de la durée; mais, tel qu'il est, il a déjà donné mieux que de simples espérances et méritait, en conséquence, d'être signalé à nos lecteurs.

§ 7. — Géographie et Colonisation

Les récentes explorations de l'Himalaya. — L'immense chaîne de l'Himalaya, qui se déploie en arc de cercle sur une longueur de 2.200 kilomètres, et celle du Karakorum, qui la double au Nord-Ouest sur la rive droite de l'Indus, ont été récemment parcourues par diverses expéditions qui ont apporté une notable contribution à nos connaissances géographiques et scientifiques sur ces régions d'un accès si difficile.

En ce qui concerne le Karakorum, nous rappelons les explorations de Conway (1892), de M. et Mme Bullock Workman (1900 et 1902), de MM. Eckenstein, Jacot-Guillarmod et leurs compagnons (1902)[1]. Reprenant leurs explorations dans le Karakorum pendant l'été de 1903, M. et Mme Bullock Workman furent amenés à rectifier certaines erreurs du « Survey » de l'Inde, notamment au sujet de la liaison du glacier de Hoh Lumba avec celui de Hispar, qui est portée sur les cartes officielles et qui, en fait, n'existe pas. Ils continuèrent l'exploration du glacier de Chogo Lungma et gravirent trois pics qui dominent ce puissant courant de glace.

M. Workman se serait élevé à 7.152 mètres, sur les flancs d'un pic coté 7.459 mètres sur les cartes indiennes; Mme Workman a atteint le sommet d'un pic qui aurait 6.861 mètres[2].

Dans l'Himalaya proprement dit, les explorations accomplies durant ces dernières années ont porté sur la partie occidentale et la partie centrale de la chaîne.

Si nous commençons par la région occidentale, ce sont encore le Dr Workman et Mme Fanny Bullock Workman que nous trouvons parmi les explorateurs de l'Himalaya. Les deux intrépides voyageurs ont parcouru et étudié, en 1906, le massif du Nun-Kun[3], qui est situé dans la province de Suru, à l'Est du Kashmir proprement dit, au Sud-Ouest du Ladak et au Nord-Ouest du Zanskar; ses montagnes neigeuses, hérissées de rochers escarpés, présentent sept points culminants, qui atteignent des altitudes variant de 6.400 à plus de 7.000 mètres. Ces cimes sont flanquées au nord et à l'est de pics moins élevés, mais leurs versants abrupts opposent une barrière infranchissable; sur les autres faces, les glaciers et les pentes neigeuses rendent l'accès des sommets principaux non pas impossible, mais très difficile. Quelques touristes ont remonté la vallée et le glacier de Shafat, dans la partie nord du massif, jusqu'à 4.600 et 4.900 mètres; le Dr A. Neve aurait atteint, sur ce glacier, 5.420 mètres; un voyageur hollandais se serait élevé jusqu'à 6.100 mètres. Mais M. et Mme Workman ont les premiers, à proprement parler, exploré les glaciers et fait l'ascension des cols et des sommets de cette chaîne; ils avaient avec eux un guide de Courmayeur, Cyprien Savoye, et six porteurs italiens.

Le glacier de Shafat ou de Nun-Kun présente une surface irrégulière, s'élevant en hautes crêtes dentelées, découpées en deux ou trois points par des torrents; il est actuellement en recul. La partie du glacier couverte de débris morainiques s'étend sur trois kilomètres; après quoi on rencontre une surface de glace propre. On voit près de là de nombreuses tables glaciaires, dont la hauteur varie de 1 à 2 mètres.

Les voyageurs rencontrèrent de vastes espaces couverts de *Nieve penitentes*, sur des pentes neigeuses dépassant 5.000 mètres; ces curieuses formations semblaient comme un lac hérissé de crêtes neigeuses, brillant au soleil. Mme Workman pense que l'érosion éolienne joue bien un rôle considérable dans la formation de ces pyramides de neige, mais il lui paraît probable aussi que les radiations solaires contribuent pour une part à modeler la neige rassemblée par le vent et à en façonner les crêtes.

Le Dr et Mme Workman établirent leur camp à des hauteurs extraordinaires, dont les plus élevées furent 6.290 et 6.500 mètres.

La chaleur était littéralement insupportable pendant le jour; après le coucher du soleil, il gelait brusquement et le minimum de la nuit fut — 20°C. Au-dessus de 6.000 mètres, le froid devient très difficile à supporter. Le mal de montagne, au sens propre du terme, ne fut observé que sur un seul des neuf Européens. M. et Mme Workman furent toujours capables d'accomplir leur tâche journalière, bien qu'éprouvant « ce qu'on peut appeler la lassitude des montagnes ». Les cinq nuits passées à cette altitude furent des nuits blanches pour les voyageurs.

Du glacier, ils gravirent l'un des plus hauts pics du massif. A 6.910 mètres, le Dr Workman s'arrêta pour faire de la photographie. Mme Workman, continuant avec le guide et un porteur, arriva au sommet, qu'elle estima avoir 7.061 mètres, en corrigeant par ses observations l'altitude de 7.091 mètres donnée par l'*Indian Survey*.

Les voyageurs explorèrent les glaciers situés au sud et à l'ouest de la chaîne et firent ainsi un tour complet du massif du Nun-Kun, qui fut de 140 kilomètres, dont 65 effectués sur des glaciers et des champs de neige.

A 3.660 mètres, ils trouvèrent, au-dessus de la zone des forêts, un petit village où des êtres humains vivaient sous le même toit avec des chèvres, des poules, des marmottes. Au-dessus de 4.270 mètres, ils ne virent plus, comme animaux, qu'une espèce de perdrix, et quelques oiseaux ressemblant à des corbeaux, mais avec le bec et les pattes rouges.

C'est dans une partie un peu plus centrale de l'Himalaya, dans le Kumaon, à l'ouest du Népal, que M. T. G. Longstaff a effectué, de mai à octobre 1905, une exploration au cours de laquelle il a couvert une distance d'environ 900 milles sur la carte[1]. Il était, lui aussi, accompagné d'un guide de Courmayeur, Alexis Brocherel, et de son frère Henri, comme porteur.

Parti d'Almora, M. Longstaff a gagné le glacier Panchu; ce glacier est depuis quelque temps en recul. Des bandes de *Colomba leuconota* et d'*Accentor nepalensis* vivent sur les moraines couvertes de neige à plus de 4.500 mètres. Parvenu à la tête du glacier, le voyageur essaya de gravir l'un des pics du massif du Nanda Devi, dont le point culminant est à 7.821 mètres, mais il dut s'arrêter à 6.400 mètres environ, dans la crainte de déterminer des avalanches. Il descendit par le glacier Ponting, qui est en voie d'avancement; sa tête est à près de 3.540 mètres d'altitude. M. Longstaff trouva là un rongeur du genre *Ochotona* (ou *Lagomys*), qui est très répandu dans toutes les montagnes du Kumaon, du Népal, du Tibet et du Garhwal.

Au Tibet, où il entra ensuite, M. Longstaff étudia le massif du Gurla Mandhata, le Nimo-Numgyl des Tibétains, dont le point culminant s'élève, d'après le « Survey », à 7.731 mètres. Il passa avec ses guides une nuit à 7.015 mètres (23.000 pieds), mais l'insomnie et le manque de vivres le firent échouer le lendemain à 450 mètres au moins du sommet, soit au-dessous de 7.300 mètres; son baromètre s'étant brisé, il ne put affirmer exactement l'altitude qu'il avait atteinte. Il constata que le glacier de Gurla est actuellement en état de recul.

On rencontre une espèce de mouflon, le burrhel (*Ovis nahura*), jusqu'à la limite des neiges et même plus haut. Une espèce d'*Ochotona* monte jusqu'à près de 5.200 mètres. Un lapin à laine (*Lepus oiostolus*) est commun sur les pentes plus basses du massif, où se trouvent aussi quelques petites colonies de marmottes. Dans la plaine, haute encore de plus de 4.500 mètres, vit la *Gazella picticaudata*.

Passant dans le Garhwal, M. Longstaff alla explorer le glacier de Kurumtoli et signala dans cette région d'importantes rectifications à apporter aux cartes.

Plus à l'est, dans l'Himalaya népalais, aux confins du Sikkim, le puissant massif du Kangchinjunga, haut

[1] *Revue générale des Sciences*, 1903, page 801.

[2] Dr. and Mrs. Workman in the Himalayas (*The Geographical Journal*, t. XXII, 1903, p. 541-544); Fanny Bullock-Workman : Exploration des glaciers du Kara-Korum (*La Géographie*, t. IX, 1er sem. 1904, p. 249-256); W. Hunter Workman : From Srinagar to the Sources of the Chogo Lungma Glacier (*The Geographical Journal*, t. XXV, 1905, p. 245-268).

[3] Fanny Bullock Workman : Exploration du Nun-Kun (*La Géographie*, 15 février 1907, p. 93-102).

[1] T. G. Longstaff : Six months wandering in the Himalaya (*The Alpine Journal*, vol. XXIII, août 1906; p. 202-226); du même : Notes on a journey through the western Himalaya (*The Geographical Journal*, février 1907, p. 201-211).

de 8.585 mètres, a été exploré en 1899 par M. Freshfield, qui s'est appliqué surtout à l'étudier scientifiquement[1]. En 1905, un Suisse, le Dr Jacot-Guillarmod, qui s'était signalé déjà par sa remarquable tentative d'ascension du pic K² ou Chogori, en 1902, essaya d'atteindre le sommet du Kangchinjunga ; il était accompagné de deux autres Suisses, MM. Alexis Pache et Raymond, d'un Irlandais, Crowley, qui avait fait partie de l'expédition du Chogori, et d'un Italien, Rigo de Righi.

C'est par la vallée du Yalung que l'expédition s'avança. L'exploration proprement dite commença à Tséram, Freshfield n'ayant pas poussé ses investigations dans le bassin glaciaire du Yalung. C'était donc pour la première fois que des Européens remontaient cette vallée. Mais on sait que l'expédition ne put s'élever sur les flancs du Kangchinjunga au delà de 6.500 mètres, ayant été arrêtée dans sa marche par un malheureux accident qui causa la mort de M. Pache et de trois indigènes[2]. Si l'expédition ne put atteindre le but final qu'elle se proposait, elle n'en a pas moins donné de très importants résultats scientifiques qui méritent d'être relatés.

Parmi les plus intéressantes observations météorologiques, on peut retenir que le Sikkim est l'un des pays les plus humides du monde. L'expédition y subit 80 jours de pluie, presque sans interruption, ou de neige dans la haute montagne. Il résulte de cette humidité que la végétation est exubérante et toute spéciale, et aussi qu'on trouve dans ce pays une profusion extraordinaire de sangsues terrestres. Il est inutile de tenter des ascensions avant la fin de septembre, à cause du danger des avalanches ; le mois d'octobre est seul favorable. Il y a absence complète de vent, même à 6.500 mètres. La neige est toujours en farine ; elle forme d'énormes accumulations sur les glaciers, qui sont actuellement en crue. L'Himalaya doit traverser une période de refroidissement qui n'a pas encore atteint son maximum. Le minimum de température observé a été — 12°.

Un important herbier a été réuni ; des espèces nouvelles ont été récoltées, et c'est à 6.200 mètres que l'on a trouvé la plante phanérogame la plus élevée qui ait été rencontrée jusqu'ici, une renonculacée. Une belle collection entomologique a été faite par M. Raymond[3].

Au point de vue géologique, il est à noter qu'il n'y a pas de calcaire dans la vallée du Yalung. Les hauts sommets de cette région n'ont pas dû être immergés depuis leur formation. On ne commence à retrouver du calcaire que dans un rayon de plus de 30 kilomètres autour du massif central. Si les glaciers sont en crue et débordent leurs moraines frontales, ils l'ont été davantage encore, il y a quarante à cinquante ans ; les arbres et arbrisseaux qu'on rencontre sur la seconde rangée de moraines ne paraissent pas antérieurs à ce temps.

L'exploration faite par le Dr Jacot-Guillarmod et ses compagnons, nouvelle au point de vue géographique, a été la première tentative d'ascension du Kangchinjunga. L'expédition a constaté qu'il existe une voie d'accès plus sûre que celle qu'elle a suivie. Il est acquis qu'il est inutile de compter sur les indigènes, pour monter au-dessus de 6.000 ou 6.500 mètres. On sait par cette ascension, et par toutes celles qui ont été tentées à de hautes altitudes, que l'homme peut atteindre et dépasser 7.000 mètres sans éprouver de troubles mettant sa vie en danger. Le Dr Jacot-Guillarmod pense qu'on pourra atteindre un jour le toit du monde[4], mais les derniers 2.000 mètres demanderont plus d'efforts, de persévérance et d'argent que tout le reste de l'expédition. **Gustave Regelsperger.**

[1] *Revue générale des sciences*, 1903, p. 801. — A ajouter les travaux suivants de Douglas W. Freshfield, parus depuis : Round Kangchenjunga (Londres, 1903, in-8°) ; The highest moutains in the world (*The Geographical Journal*, t. XXI, 1903, p. 297-298) : The Sikhim Himalaya (*The Scottish Geographical Magazine*, t. XXI, 1905, p. 173-182).

[2] Pour les détails sur le voyage et l'ascension, voir les lettres du Dr Jacot-Guillarmod dans *La Gazette de Lausanne*, 9 août, 9 septembre, 9, 10 et 11 novembre 1905 ; et du même : Vers le Kangchinjunga (*Annuaire du Club alpin Suisse*, 41e année, 1906).

[3] Au sujet des fourmis, voir ce qui a été dit dans la *Revue générale des Sciences*, 15 avril 1907, p. 265.

[4] Ce toit du monde est, on le sait, le mont Everest, ou Gaurisankar, dont l'altitude a été estimée à 8.840 mètres. Il est situé en dehors de l'Inde, sur la frontière entre le Népal et le Tibet, et jusqu'ici des raisons diplomatiques ont empêché d'en tenter l'ascension. On avait eu dernièrement l'espoir que cet empêchement pourrait disparaître et un projet d'expédition avait été étudié par la Société royale de Géographie et l'Alpine Club de Londres. Mais le secrétaire d'Etat pour l'Inde, M. Morley, vient de faire savoir qu'il ne pouvait pas pour le moment autoriser cette entreprise.

§ 8. — Enseignement

La Station de recherches de Meudon. — Cette Station, qui a été fondée et dirigée par Marcelin Berthelot, vient d'être réorganisée et rattachée au Collège de France. M. Müntz, membre de l'Institut, est nommé directeur du Laboratoire de Chimie végétale, et M. Daniel Berthelot, professeur à l'Ecole de Pharmacie de Paris, directeur du Laboratoire de Physique végétale.

Personnel universitaire. — M. Haller, professeur à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé membre du Comité consultatif de l'Enseignement public (Commission des Sciences).

M. Moureu, agrégé près l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris, est nommé professeur de Pharmacie chimique à ladite Ecole.

M. Œchsner de Coninck, chargé d'un cours de Chimie à la Faculté des Sciences de Montpellier, est nommé professeur de Chimie à ladite Faculté.

M. Hutinel, professeur de Pathologie médicale à la Faculté de Médecine de Paris, est nommé professeur de Clinique des maladies des enfants à ladite Faculté.

M. Segond, professeur d'Opérations et d'Appareils à la Faculté de Médecine de Paris, est nommé professeur de Clinique chirurgicale à ladite Faculté.

M. Déjerine, professeur d'Histoire de la Médecine et de la Chirurgie à la Faculté de Médecine de Paris, est nommé professeur de Pathologie interne à ladite Faculté.

M. Lucet, vétérinaire, lauréat de l'Académie des Sciences, est nommé assistant de la chaire de Pathologie comparée du Muséum d'Histoire naturelle, en remplacement de M. Phisalix, décédé.

M. Drach, professeur de Mécanique rationnelle appliquée à la Faculté des Sciences de Poitiers, est nommé professeur de Calcul différentiel et intégral à ladite Faculté.

Les nouveaux agrégés des Sciences anatomiques et physiologiques dans les Facultés de Médecine. — A la suite des concours qui viennent d'avoir lieu, sont institués agrégés près les Facultés de Médecine suivantes :

Paris : M. Zimmern (Physique) ; M. Nicloux (Chimie) ; M. Mulon (Anatomie) ; M. Brumpt (Histoire naturelle).

Bordeaux : M. Labat (Pharmacie) ; M. Mandoul (Histoire naturelle).

Lyon : M. Nogier (Physique) ; M. Mouneyrat (Chimie).

Montpellier : M. Derrien (Chimie) ; M. Catanes (Histoire naturelle).

Nancy : M. Dufour (Physique) ; M. Robert (Chimie) ; M. Collin (Anatomie).

Lille : M. Dubois (Physiologie).

LA PROPAGATION DES ONDES SISMIQUES

DEUXIÈME PARTIE : ÉTUDE DES SECONDE ET TROISIÈME PHASES

Nous avons précédemment[1] fait l'étude des ondes de la première phase des tremblements de terre; nous allons maintenant aborder celle des ondes des phases subséquentes.

I. — Étude de la seconde phase.

Vers le milieu des phases préliminaires, on distingue, en général, un changement d'amplitude assez peu accentué : c'est le commencement de la seconde phase. Omori indique comme vitesse superficielle de cette phase (*Publications*, n° *5*) 7,2 km./sec.; plus tard (*Publications*, n° *13*) 7,5 km./sec. Ces valeurs sont peu sûres, car elles ne sont pas basées sur des observations directes; en effet, dans cette dernière publication, Omori a déterminé cette vitesse entre Tokyo et l'Europe centrale en utilisant 7 tremblements de terre ; tous les temps t de Tokyo ont été calculés par sa formule :

$$t_2 = \frac{t_1 + t_3}{2}.$$

Par contre, dans le même volume, page 133, il donne treize observations de temps d'arrivée des deux premières phases à des stations dont la distance de l'origine est connue ; on en tire :

NUMÉROS	DISTANCE	$t_2 - t_1$
2.	9.160 km.	630 secondes.
	9.560 —	670 —
	9.850 —	681 —
3.	9.710 —	545 —
4.	9.250 —	749 —
	9.930 —	482 —
5.	9.610 —	690 —
	9.610 —	701 —
	9.770 —	643 —
8.	9.260 —	623 —
	9.550 —	634 —
9.	9.260 —	620 —
	9.550 —	655 —
Moyenne. .	9.544 km.	640 secondes.

On voit que ses observations sont assez mauvaises; relativement à leur précision, on peut les considérer comme faites à la même distance de l'origine ; il sera donc superflu d'appliquer la méthode des moindres carrés ; on utilisera simplement leur moyenne.

Calculons le temps t_1 correspondant à 9.544 km. par la formule de la propagation en ondes sphériques :

$$t_1 = \frac{2 \sin \frac{\Delta}{2}}{V_1} = 724 \text{ secondes.}$$

Il en résulte 1.364 sec. pour t_2, et pour la vitesse de la seconde phase le long de l'arc 6,997 km./sec., le long des cordes 6.364 km./sec.

Dans les *Publications* (n° 16), Imamura a publié des données sur quatorze tremblements de terre (Tableau I) que nous avons étudiés en traitant la première phase. Pour douze de ces séismes, Imamura a déterminé la vitesse de la seconde phase; en supposant la propagation superficielle, il a trouvé une moyenne de 6,8 km./sec. ; la somme des carrés des écarts est, dans ce cas, 25,14. Le même calcul, effectué avec l'hypothèse de la propagation en ondes sphériques, donne un résultat moins favorable, ce qui est naturel, car Imamura a déterminé les vitesses données dans son tableau sous la première hypothèse.

La vitesse ainsi obtenue concorde assez bien avec la détermination directe faite par le même savant entre Tokyo et Osaka[1] : 6,7 km./sec.

Benndorf[2] a publié une formule donnant le temps en minutes pour le parcours de l'onde de la seconde phase; la distance est exprimée en mégamètres et elle est comptée sur la surface :

$$t_2 = 1{,}3 + 3{,}0\, l - 0{,}075\, l^2.$$

Il a déduit cette formule de cent cinquante observations contenues dans le tableau II.

Pour se rendre compte de la précision de cette formule, calculons la somme des carrés des écarts entre l'observation et le calcul: nous trouverons 522,39 min²., correspondant à 1,88 minute d'erreur moyenne, chiffre très élevé.

Comparons la formule de Benndorf à l'hypothèse de la propagation à vitesse constante le long de l'arc et le long de la corde ; effectuons les mêmes calculs comme dans le cas de la première phase, et nous obtiendrons :

Benndorf. .	»	$t_0 = 1{,}30$	$\Sigma\Delta^2 = 522{,}39$
Arc.	$v = 7{,}57$ km./sec.	$t_0 = 1{,}43$	$\Sigma\Delta^2 = 257{,}86$
Corde . . .	$v = 6.32$ —	$t_0 = -0.4$	$\Sigma\Delta^2 = 317{,}28$

Il en résulte que la représentation de Benndorf est la moins avantageuse des trois.

[1] Voir la *Revue* du 15 juillet 1907, p. 531.

[1] *Publications*, n° 18, p. 97.
[2] *Mitteilungen*, n° 29.

Le tableau II montre que les quatre dernières observations au delà de 14.000 km. sont bien mauvaises; en effet, entre deux stations comptées pour la même distance, il y a une différence de dix minutes. Ecartons ces quatre observations et refaisons, à l'aide des cent quarante-six restantes, le calcul; nous obtiendrons alors :

Benndorf . .	»	$t_0 = 1{,}30$	$\Sigma\Delta^2 = 208{,}12$
Arc	$v = 7{,}57$ km./sec.	$t_0 = 1{,}13$	$\Sigma\Delta^2 = 183{,}64$
Corde . . .	$v = 6{,}57$ —	$t_0 = 0{,}54$	$\Sigma\Delta^2 = 117{,}26$

Tableau I. — *Résultats des calculs d'Imamura.*

NUMÉROS		DISTANCE en degrés	ARC			CORDES	
			v_1	t_1	Δ minutes	t_1	Δ minutes
	Tremblement de terre :						
3	d'Alaska (4 Septembre 1899)	55,0	14,5	7,0	— 0,7	7,0	— 1,1
7	de Smyrne (20 Septembre 1899) . . .	83,0	13,3	11,6	— 0,1	11,6	— 0,1
8	d'Alaska (23 Septembre 1899	55,0	»	»	»	»	»
9	de Ceram (29 Septembre 1899)	43,2	11,0	7,3	1,2	6,5	0,0
12	de Java (19 Octobre 1899)	49,0	12,7	7,1	0,2	7,1	— 0,2
29	de Mexico (20 Janvier 1900)	101,0	13,2	14,2	— 0,1	14,2	0,6
106	des Kuriles (26 Décembre 1900) . . .	11,4	13,1	1,6	0	1,6	— 0,2
209	de Manille (14 Décembre 1901)	27,0	11,6	4,3	0,5	4,3	0,2
239	de Guatemala (19 Avril 1902)	110,5	15,8	12,9	— 2,7	15,0	0,5
271	du Turkestan (22 Août 1902)	50,0	12,5	7,4	0,3	7,6	0,2
275	de Guam (22 Septembre 1902)	24,3	14,0	3,2	— 0,2	3,2	— 0,5
276	de Guatemala (23 Septembre 1902) . .	110,0	10,8	18,9	3,4	»	»
289	de S. Formosa (21 Novembre 1902) . .	23,0	»	»	»	»	»
296	d'Andijan (16 Décembre 1902)	52,5	12,5	7,8	0,4	7,8	0
298	d'Altaï (28 Décembre 1902)	40,0	13,7	5,4	— 0,3	5,4	— 0,6
	$\Sigma\Delta^2$	»	»	»	9,91	»	2,60
	ε_1 min.	»	»	»	0,95	»	0,49
	v km./sec.	»	»	»	13,1		12,04

Tableau II. — *Observations de Benndorf sur la seconde phase.*

DISTANCE en mégamètres	n	t observé	BENDORFF Δ	ARC Δ	CORDES Δ
0,7	10	2,1	— 1,3	— 0,87	— 0,22
0,8	10	2,4	— 1,3	— 0,79	— 0,17
2,5	2	6,6	— 1,7	— 0,33	— 0,21
3,0	1	7,2	— 2,4	— 0,83	— 0,91
3,5	2	10,3	— 0,6	1,17	0,98
4,0	1	12,2	0,1	1,97	1,66
4,5	2	12,3	— 1,0	0,97	0,54
5,0	3	12,1	— 2,3	— 0,33	— 0,80
5,5	2	13,7	— 1,8	0,17	— 0,40
6,0	4	15,9	— 0,7	1,27	0,69
6,5	1	18,2	0,6	2,47	1,84
7,0	2	15,5	— 3,1	— 1,33	— 1,95
7,5	3	17,4	— 2,2	— 0,53	— 1,11
8,0	11	20,2	— 0,3	1,17	0,64
8,5	16	20,3	— 1,1	0,17	— 0,27
9,0	13	21,7	— 0,5	0,47	0,14
9,5	36	23,1	0,1	0,77	0,60
10,0	13	22,0	— 1,8	— 1,43	— 1,41
11,0	3	26,0	0,8	0,37	0,86
11,5	2	24,0	— 1,9	— 2,73	— 1,95
12,0	3	28,2	1,7	0,37	1,51
12,5	3	26,5	— 0,6	— 2,44	— 0,93
13,0	1	24,9	— 2,7	— 5,14	— 3,21
13,5	1	26,4	— 1,7	— 4,74	— 2,19
14,0	1	32,9	4,3	0,66	3,52
16,0	1	40,2	10,1	»	»
16,5	1	31,3	0,9	»	»
17,0	1	36,7	6,1	»	»
18,0	1	44,2	13,2	»	»

On voit que, dans ces conditions, la propagation le long des cordes est la meilleure; non seulement la somme des carrés des erreurs est beaucoup plus petite, mais, en outre, comme il s'agit des mêmes observations que dans le cas de la première phase, il faut remarquer la concordance entre les corrections de t_0 dans les deux cas : 0,51 minute pour la première, 0,54 pour la seconde phase[1].

Omori a encore donné une relation entre la durée de la première et de la seconde phase :

$$\frac{t_2 - t_1}{t_3 - t_2} = 1{,}09;$$

pour des distances inférieures à 2.000 km., on a :

$$t_2 - t_1 = \frac{\varphi}{v_2} - \frac{\varphi}{v_1}; \qquad t_3 - t_1 = \frac{\varphi}{v_3} - \frac{\varphi}{v_1}.$$

En prenant pour v_1 la valeur que nous avons trouvée (12 km./sec.), pour v_3 la valeur donnée par Omori (4,7 km./sec.), alors il en résulte $v_2 = 6{,}63$ km./sec., nouvel appui à la propagation le long des cordes, car, dans le cas de l'arc, cette vitesse donnerait des résultats tout à fait défavorables.

Láska[2] donne aussi une relation : $t_2 - t_1 = l + 1$, entre la durée de la première phase et la distance en mégamètres et en minutes; la formule est vérifiée, d'après lui, entre 500 et 14.000 km.

[1] *Publications*, n° 13, p. 75.
[2] *Mitteilungen*, n° 14.

Cette formule est basée sur les observations du tableau III.

M. R. Stiatessi[1] a publié une nouvelle formule pour la détermination de la distance épicentrique :

$$d = 19{,}1\,(t_2 - t_1) - 2.351;$$

La distance est exprimée en km., $t_2 - t_1$ en secondes ; la formule est valable pour des distances supérieures à 2.000 km. Elle est basée sur les observations suivantes, faites à Quarto Castello, près de Firenze (tableau IV).

Exprimons la durée du premier frisson préliminaire par la formule suivante, en supposant la propagation le long des cordes :

$$t_2 - t_1 = \left(\frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1}\right) 2 \sin\frac{\varphi}{2} \quad \ldots\ldots \quad (a);$$

utilisons les données de M. Stiatessi et déterminons vitesse, en considérant $v_1 = 12$ km./sec. comme déterminé. Nous avons :

$$2 \sin\frac{\varphi}{2}\frac{1}{v_2} - \left(2 \sin\frac{\varphi}{2}\frac{1}{v_1} + t_2 - t_1\right) = \Delta.$$

Disposons de v_2 pour rendre la somme des carrés des erreurs minimum ; nous obtenons $v_2 = 6{,}345$ km./sec., la somme des carrés des erreurs étant 2,52 min.^{2}. Exécutons le même travail sur le matériel de Láska ; nous trouverons $v_2 = 6{,}374$ km./sec., avec une somme de carrés d'erreur de 2,11 min.^{2}.

Les tableaux précédents montrent que les sommes des carrés d'erreurs obtenus par Láska et Stiatessi sont encore plus petites, ce qui s'explique facilement, si l'on se rend compte que, pour ces quelques observations, ils ont déterminé deux constantes arbitraires. Par contre, la concordance que nous avons obtenue pour les vitesses dans les deux groupes d'observations est un bon point pour notre hypothèse.

Si nous refaisons les calculs en supposant la pro-

TABLEAU III. — *Observations employées par Láska.*

OBSERVATIONS	FOYER	DISTANCE en km.	$t_2 - t_1$ en minutes	LASKA Δ en minutes	ARC Δ en minutes	CORDES Δ en minutes	ACCÉLÉRATION Δ en minutes
Leipzig (5 Juillet 1902) . . .	»	1.400	2,6	0,2	1,2	0,9	— 0,9
— (19 Avril 1902) . . .	»	9.500	10,3	— 0,2	— 0,3	— 0,4	0,3
— (28 Mars 1902) . . .	»	11.500	12,2	— 0,3	— 1,0	— 0,1	1,2
Strassburg, 1897, n° 123. . .	Turkestan .	4.700	6,3	0,6	1,4	1,0	— 0,8
— n° 90. . .	Japon . . .	10.000	10,9	— 0,1	— 0,2	— 0,2	0,6
— n° 103. . .							
— n° 115. . .							
— n° 134. . .							
Tokyo, 1898, n° 2	Alaska . .	6.100	7,5	0,4	1,3	0,3	— 0,5
— n° 193							
n° 196							
— n° 197							
$\Sigma\Delta^2$	»	»	»	0,70	6,22	2,11	3,59

TABLEAU IV. — *Observations utilisées par M. R. Stiatessi.*

DATES	DISTANCE en km.	$t_2 - t_1$ en secondes	STIATESSI Δ en minutes	CORDES Δ en minutes	ARC Δ en minutes	ACCÉLÉRATION Δ en minutes
19 Avril 1902.	9.712	615	— 0,3	— 0,6	1,6	0,1
23 Septembre 1902	9.879	640	0	— 0,3	1,3	0,4
14 Janvier 1903.	3.052	268	— 0,2	0,7	1,4	— 1,2
29 Avril 1903.	2.775	268	0	1,1	0,6	— 1,0
4 Avril 1905.	5.628	440	0,4	0,6	— 0,4	— 0,4
23 Février 1905.	6.660	467	— 0,1	0	— 0,9	— 0,6
31 Janvier 1906.	9.589	637	0,2	— 0,1	— 0,7	0,5
$\Sigma\Delta^2$	»	»	0,34	2,52	8,03	3,38

à l'aide de la méthode des moindres carrés la

[1] *Bolletino della Società Meteorologica italiana*, série III, vol. XXV.

pagation le long de l'arc, nous obtenons des résultats moins favorables :

Matériel de Stiatessi. $v_2 = 6{,}93$ km./sec. $\Sigma\Delta^2 = 11{,}41$ min.²
— de Láska. . $v_2 = 7{,}07$ — $\Sigma\Delta^2 = 6{,}22$ —

Réunissons les données de Láska et Stiatessi et déterminons la marche des ondes dans l'hypothèse des ondes accélérées ; nous obtenons alors :

$$\gamma = 0{,}026 \text{ mégam./min.} \quad \Sigma\Delta^2 = 6{,}97 \quad \varepsilon_2 = \sqrt{\frac{6{,}97}{13-1}} = 0{,}76.$$

Examinons encore le tremblement de terre de Calabre au point de vue des trois hypothèses, omettant les trois dernières observations données par le tableau de M. Rizzo ; on trouvera, en utilisant 44 observations :

Arc :
$v_2 = 7{,}29$ km./sec. $\Sigma\Delta^2 = 65{,}31$ $\varepsilon_2 = 1{,}25$ $t_0 = 1{,}93$
Corde :
$v_2 = 6{,}53$ km./sec. $\Sigma\Delta^2 = 48{,}36$ $\varepsilon_2 = 1{,}07$ $t_0 = 1{,}50$
Accélération :
$\gamma_2 = 0{,}0252$ még./min.² $\Sigma\Delta^2 = 46{,}80$ $\varepsilon_2 = 1{,}06$ $t_0 = 4{,}78$

Le tableau V ci-contre montre les écarts obtenus à l'aide de ces hypothèses.

Résumons nos calculs dans l'hypothèse de la propagation superficielle :

	v_2 km./sec.	ε_2 min.	n
	—	—	—
Benndorf	7,57	1,13	146
Omori.	7,00	»	14
Imamura	6,61	1,39	13
Stiatessi.	6,93	1,15	7
Láska	7,07	1,12	6
Calabre	7,29	1,25	44
Relation de Omori . . .	6,63	»	»
Imamura (mesure). . .	6, 7	»	»

L'hypothèse de la propagation en ondes sphériques nous a donné :

	v_2 km./sec.	ε_2 min.	n
	—	—	—
Benndorf	6,57	0,90	146
Omori.	6,34	»	14
Stiatessi.	6,35	0,65	7
Láska	6,37	0,65	6
Calabre	6,53	1,07	44
Omori (relation)	6,6	»	»
Imamura (mesure). . .	6, 7	»	»

Dans l'hypothèse de la propagation en ondes accélérées, on a eu :

	γ_2 mégam./min.²	ε_2 min.	n
	—	—	—
Stiatessi, Láska. .	0.0296	0,71	13
Calabre.	0,0252	1,06	44
Cauchy relation .	0,0302	»	»

Il en résulte qu'on peut représenter la propagation de l'onde la plus rapide de la seconde phase le plus avantageusement par des ondes sphériques à vitesse constante d'environ 6,5 km./sec.

La représentation de la propagation par des ondes accélérées est encore assez avantageuse. La concordance entre le rapport des accélérations des deux premières phases et le rapport calculé par Cauchy est remarquable.

II. — Étude de la troisième phase.

La troisième phase est la plus facile à distinguer entre toutes les autres ; en effet, après les ondes de petite période des phases préliminaires, viennent subitement des ondes de grandes périodes, formant la troisième phase ou la première de la partie principale du sismogramme.

Tableau V. — *Examen du tremblement de terre de Calabre au point de vue des diverses hypothèses.*

Numéros	Distance en mégamètres	t_2 en minutes	Arc Δ en minutes	Cordes Δ en minutes	Accélération Δ en minutes
1	0.084	0.1	— 2.02	— 1,61	2.30
2	0.174	0.3	— 2.03	— 1. 5	1.37
3	0.200	1.0	— 1.39	— 1.01	1.70
5	0.273	0.6	— 1.95	— 1,56	0.73
6	0.334	0.8	— 2.12	— 1,81	— 0.29
13	0.727	3.0	— 0.59	— 0,36	0.18
16	0.757	2.3	— 1.36	— 1,13	— 0.67
22	0.883	4.2	0.23	0,45	0.61
23	0.920	4.2	0.17	0,35	0.74
24	0.981	3.3	— 0.84	— 0,70	— 0.74
25	1.070	4.0	— 0.26	— 0,10	— 0.22
30	1.232	4.4	0.65	0,76	0.29
31	1.274	4.0	— 0.84	— 0,75	— 1.28
32	1.289	4.1	0.22	0,31	— 0.[illegible]3
35	1.347	4.2	0.19	0,22	— 0.56
36	1.393	5.4	0.28	0,35	— 0.35
37	1.421	5.6	0.42	0,48	— 0.24
38	1.492	5.9	0.56	0,60	— 0.20
39	1.526	5.9	0.48	0,51	— 0.52
40	1.618	5.7	0.07	0,08	— 0.85
49	2.306	8.5	1.30	1,14	— 0.25
50	2.336	8.7	1.33	1,27	— 0.13
51	2.371	8.5	1.22	1,06	— 0.3[illegible]
52	2.376	8.6	1.24	1,07	— 0.35
53	2.426	8.5	1.02	0,84	— 0.60
54	2.447	9.2	1.67	1,49	0.05
55	2.464	9.2	1.63	1,45	— 0.01
56	2.501	9.3	1.65	1,45	0.0
57	3.649	11.5	1.29	0,88	— 0.66
58	4.467	9.0	— 3.15	— 3,67	— 5.05
59	5.855	17.4	2.08	1,47	0.62
60	6.595	17.7	0.69	0,10	— 0.40
61	6.894	18.5	0.80	0,24	— 0.11
63	7.537	20.5	1.33	0,86	0.83
64	7.610	20.0	0.66	0,21	0.18
65	7.662	20.0	0.55	0,10	0.12
66	8.047	20.0	— 0.53	— 0,69	— 0.49
67	8.103	20.8	0.43	— 0,02	0.22
69	9.530	22.9	— 0.83	— 0,72	0.18
70	9.747	23.6	— 0.62	— 0,43	0.57
71	9.812	23.9	— 0.47	— 0,25	0.78
73	10.506	24.4	— 1.[illegible]6	— 0,98	0.31
74	10.693	25.6	— 0.79	— 0,11	1.25
75	11.393	27.7	— 1.29	— 0,17	1,40

Si l'on cherche à représenter comme précédemment le temps parcouru par l'onde de la troisième phase, on trouve que la formule donnant les résultats les plus conformes à la réalité correspond à une propagation superficielle :

$$t_3 = \frac{d}{v_3}.$$

La courbe qui exprime la distance superficielle en fonction du temps t_3, publiée par Milne dans le *Geographical Journal*, est une droite, ce qui prouve que la propagation se fait parallèlement à l'écorce terrestre.

Omori indique, dans les *Publications*, n° 13, comme vitesse de propagation superficielle, 4,7 km./sec.

Imamura, dans les *Publications*, n° 16, conclut à une vitesse de 4,5 km./sec. Si nous calculons à l'aide de cette valeur la somme des carrés des écarts Δ correspondant au tableau d'Imamura, nous obtenons :

TABLEAU VI. — *Résultats de l'hypothèse d'Imamura sur la 3e phase.*

NUMÉROS	DISTANCE en degrés	IMAMURA v_3 en km./sec.	Δ en minutes
3	50,0	4,2	1,6
7	83,0	4,4	0,7
9	73,2	4,6	— 0,4
12	49,0	4,7	— 0,9
29	101,0	4,2	2,9
106	11,4	5,1	— 0,5
209	27,0	4,5	0,0
239	110,5	5,3	— 7,0
271	50,0	4,1	1,9
275	21,3	4,9	— 0,8
276	110,0	4,6	— 1,1
296	52,5	4,1	2,1
298	40,0	4,4	0,3
289	23,0	4,2	0,6
$\Sigma\Delta^2$			72
ε_2	»	»	2,55

Si l'on avait utilisé les corrections des temps d'origine que nous avons calculées, ce résultat aurait été moins défavorable ; ainsi, en corrigeant le tremblement n° 239 seul (Guatemala, 19 avril 1902), la somme des carrés des erreurs se réduit à 44 min.²

Exprimons la durée des phases préliminaires par la formule suivante :

$$(b) \qquad t_3 - t_1 = \frac{\delta}{v_1} - \frac{2 \sin \frac{\delta}{2}}{v_1} ;$$

cette formule permet de déterminer v_3 si l'on connaît la durée des phases préliminaires à des stations de distance connues de l'origine du tremblement de terre. On a :

$$\frac{\delta}{v} - \left[\frac{2 \sin \frac{\delta}{2}}{v_1} + t_3 - t_1 \right] = \Delta ,$$

on dispose de la vitesse v_3 pour rendre la somme des carrés des erreurs minimum.

Dans les *Publications*, n° 13, Omori donne trente et une observations de cette durée à diverses distances ; il les partage en deux groupes selon la distance des stations au foyer, de 100 à 1.000 km. et de 2.000 à 15.000 km. ; pour chaque groupe, il indique une formule donnant la distance du foyer en fonction de la durée des phases préliminaires :

$$100 < d < 1.000 \qquad d = 7,27 (t_3 - t_1) + 38 ;$$
$$2.000 < d < 15.000 \qquad d = 6,54 (t_3 - t_1) + 720 ;$$

la distance est exprimée en km., la durée en secondes.

Appliquons notre formule séparément à chaque groupe d'Omori. Nous obtenons dans les deux cas exactement la même vitesse, soit 4,69 km./sec., ce

TABLEAU VII. — *Comparaison de la formule de l'auteur et de celles de Omori pour la 3e phase.*

DISTANCE en km.	$t_3 - t_1$ en secondes	OMORI Δ en minutes	FORMULE (*b*) Δ en minutes
140	14	0,0	— 0,07
170	17	— 0,02	— 0,08
170	17	— 0,02	— 0,08
288	37	0,03	— 0,01
330	37	— 0,05	— 0,10
400	45	— 0,08	— 0,12
400	54	0,07	0,03
430	56	0,04	0,02
821	111	0,06	0,07
820	104	— 0,06	— 0,04
833	112	— 0,04	0,06
844	114	— 0,04	0,07
390	46	— 0,04	— 0,08
130	13	0,0	— 0,06
900	109	0,16	— 0,13
900	122	0,06	0,09
2.200	209	— 0,28	— 1,29
2.200	240	0,23	— 0,89
2.200	244	0,30	— 0,71
3.100	320	— 0,73	— 1,42
3.100	366	0,03	— 0,65
4.800	565	— 0,98	— 1,12
5.700	810	0,82	0,92
5.800	750	— 0,45	— 0,32
6.100	863	0,67	0,88
6.100	871	0,80	1,02
6.100	853	0,50	0,72
8.300	1.080	— 1,32	— 0,75
9.200	1.339	0,70	1,33
12.200	1.838	1,38	1,78
14.200	1.951	1,83	— 2,05
$\Sigma\Delta^2$	»	11,17	19,73
ε_2	»	0,67	0,80

qui peut augmenter notre confiance dans la formule adoptée. Toutefois, si nous la comparons à celles de Omori (Tableau VII), nous verrons qu'elle donne des résultats moins bons que ces dernières. Tandis que nous n'avons déterminé qu'une seule constante, Omori en a déterminé quatre ; il n'est donc pas étonnant que la somme des carrés des erreurs soit moins grande dans son cas ; mais, comme notre formule sert *pour toute distance*, elle est plus avantageuse.

Notre formule (*b*) se simplifie pour des distances inférieures à 2.000 km. ; on a alors :

$$d = \frac{v_1 v_3}{v_1 - v_3} (t_3 - t_1) = 7,73 (t_3 - t_1)$$

très en accord avec la première formule d'Omori.

S'il s'agit de distances supérieures à 2.000 km. et si l'on veut exprimer φ en fonction de la durée, il faut transformer la formule :

$$\frac{\varphi}{2} = \frac{v_3}{v_4} \sin \frac{\varphi}{2} = \frac{v_3}{2} (t_3 - t_4),$$

en posant :

$$\frac{v_3}{v_4} = \alpha = 0{,}39095; \quad \frac{v_3}{2}(t_3 - t_4) = x.$$

Le développement de Lagrange[1] donne :

$$\varphi = 2x + \left(2\alpha - \frac{\alpha^3}{4} + \frac{\alpha^5}{36}\right) \sin x + \left(\alpha^2 - \frac{\alpha^4}{3}\right) \sin 2x$$
$$+ \frac{3}{4}\alpha^3 \sin 3x + \frac{2}{3}\alpha^4 \sin 4x + \frac{125}{192}\alpha^5 \sin 5x + \ldots$$

Cette série est convergente pour des valeurs de $\alpha < 0{,}69$[2].

Exprimons la durée en minutes, x en grades; la distance sera alors donnée en mégamètres par les formules :

$$x = 1{,}41(t_3 - t_4);$$

$$d = 0{,}2x + 4{,}896 \sin x + 0{,}0928 \sin 2x$$
$$+ 0{,}0264 \sin 3x + 0{,}01 \sin 4x + 0{,}0038 \sin 5x.$$

En général, les trois premiers termes sont suffisants; on peut les calculer en quelques minutes à l'aide de la règle trigonométrique de Beghin. (La division centésimale du quadrant donne immédiatement le sinus des arcs qui sont exprimés en kilomètres ou inversement.)

Láska[3] a publié une relation extrêmement simple entre la distance en mégamètres et la durée des phases préliminaires en minutes :

$$d = \frac{t_3 - t_4}{3}.$$

Comparons cette formule, valable d'après lui entre 500 km. et 12.000 km., avec celle de Omori, en l'exprimant en km. et secondes; on a :

Láska . . . . . $d = 5{,}56\ t_3 - t_4$

Osmori. . . . . $\begin{cases} d = 7{,}27\ t_3 - t_4 + 38 \\ d = 6{,}54\ t_3 - t_4 + 720 \end{cases}$

On voit que ces formules donnent des résultats différents; en cherchant la cause de cet écart, on conclut que Láska ne considère pas le même point que Omori comme commencement de la phase principale; comme preuve, Láska[4] indique comme vitesse de la phase principale 3,3 km./sec., comptée le long de l'arc; nous avons vu que Omori a trouvé 4,7 km./sec.; donc Láska doit prendre un point assez éloigné de celui que choisit Omori. Du reste, Benndorf, en étudiant la formule de Láska[5], dit que t_3 représente dans cette formule le temps de trajet de *certaines* ondes de la phase principale, donc pas de la première onde de la phase principale comme Omori. Par contre, M. Stiatessi, dans son Mémoire déjà cité, publie une formule analogue pour des distances de 100 à 2.000 km. :

$$d = 5{,}34(t_3 - t_4) + 38$$

en km. et en sec.; elle est bien en accord avec la formule de Láska. Utilisons le matériel de Láska et

TABLEAU VIII. — *Observations utilisées par Láska.*

OBSERVATIONS	DISTANCE en mégam.	$t_3 - t_4$ en min.	LASKA Δ en minutes	FORMULE (2) Δ en min.
Leipzig, 1902, 28 Mars. .	11.5	34.7	1.2	1,25
— 19 Avril .	9.3	28.9	0.4	— 1.14
— 5 Juillet.	1.4	4,0	— 0.2	— 2,81
— 19 Juin. .	0,46	2.6	1.2	— 0.29
Tokyo, 1898, n° 2. . . .	6,1	15,1	— 3.2	3.64
— 1899, n° 193. . .				
— — n° 196. . .				
— — n° 197. . .				
Strassburg, 1897, n° 90.	10.0	34.5	4.5	— 1,26
— n° 103				
— n° 115.				
— n° 134.				
$\Sigma\Delta^2$.	»	»	33.57	26.68
ε_2 minutes	»	»	2.59	2.31

de Stiatessi pour déterminer la vitesse de l'onde considérée par eux, en disposant de cette vitesse pour rendre minimum la somme des carrés des écarts entre les valeurs de temps observées et calculées. Notre formule (b) donne :

Láska. . . . . $v_3 = 3{,}844$ km./sec.
Stiatessi. . . . . $v_3 = 3{,}815$ km./sec.

M. Stiatessi a déduit sa formule des observations suivantes faites à Quarto Castello :

TABLEAU IX. — *Observations utilisées par Stiatessi.*

DATES	DISTANCE en km.	$t_3 - t_4$ en secondes	STIATESSI Δ en minutes	FORMULE (2) Δ en min.
31 Mars 1901	1.465	259	— 0,13	— 0,05
5 Juillet 1902 . . .	1.037	180	— 0.12	— 0.08
29 Juin 1903	865	171	0.27	0,27
10 Février 1904 . . .	100	12	0.0	— 0.10
4 Avril 1904	987	183	0.08	0.12
10 Avril 1904	976	157	— 0,02	0.02
20 Janvier 1905 . . .	1.054	195	0,08	0.12
1er Juin 1905	677	123	0.05	0.03
8 Septembre 1905 .	693	118	— 0.08	— 0.10
8 Octobre 1905. . .	976	177	0.02	0.05
8 Novembre 1905. .	1.187	200	— 0.25	— 0,20
26 Novembre 1905 .	414	70	0.0	— 0.07
2 Janvier 1906. . .	431	74	0,0	— 0.05
$\Sigma\Delta^2$.	»	»	0.189	0.182
ε_2 minutes	»	»	0.13	0.12

[1] Voir TISSERAND : Mécanique céleste, t. I, p. 267.
[2] Voir LAPLACE : Mécanique céleste, t. V.
[3] *Mitteilungen der Erdbebenkommission der Akademie der Wissenschaften in Wien*, Neue Folge, t. XIV.
[4] *Mitteilungen*, t. XXIII.
[5] *Mitteilungen*, t. XXIX, p. 19.

Le mémoire cité de M. Rizzo contient aussi des données sur les ondes de la troisième phase du tremblement de terre de Calabre; on y trouve 57 observations du temps t_3; utilisons-les pour

TABLEAU X. — *Résultats de l'emploi de la formule de M. Rizzo.*

NUMÉROS	DISTANCE en mégamètres	t_3 en minutes	Δ en minutes
1.	0,084	0.1	— 0.80
2.	0,174	0,3	— 0.98
3.	0,200	1.0	— 0.39
5.	0,273	0.6	— 1,09
6.	0,434	1.1	— 1.27
10.	0.673	2.3	— 1.07
11.	0,677	2.4	— 0.99
12.	0,682	3.0	— 0.41
13.	0,688	3.4	— 0.04
14.	0,698	2,7	— 0.78
15.	0,727	3.5	— 0,10
16.	0.757	2.9	— 0.82
18.	0,798	3.1	— 0.80
19.	0.798	3.4	— 0.50
20.	0,811	4,3	0,35
22.	0.883	4.7	0.45
23.	0,920	4.9	0.49
24.	0,981	5.3	— 0.64
25.	1.020	4,8	— 0.03
26.	1,037	5.0	0.10
27.	1.048	5.2	0,26
28.	1.098	5.4	0,25
30.	1.232	6.9	1.19
32.	1,289	6.0	0,05
33.	1.347	7.4	1.20
36.	1.393	6.7	0.31
37.	1.421	7.3	0.79
38.	1,421	7.5	0,99
40.	1.526	6.7	— 0.25
41.	1.703	7.4	— 0.39
43.	1.896	7.5	— 1.00
45.	1.979	7.6	— 1.24
47.	2.104	8.5	— 0.87
49.	2.306	10.2	— 0.01
50.	2.336	12,4	2.06
51.	2.341	12.6	2.24
52.	2,376	11.2	0.60
53.	2.426	11.3	0.58
54.	2.447	14,0	3.20
55.	2.464	12.5	1.62
56.	2.504	12,6	1.57
57.	3.619	16.1	0.39
58.	4.567	17.1	— 2.17
59.	5.855	22.2	— 2.88
60.	6.595	27.3	— 0.88
61.	6.894	35.2	5.76
62.	6.270	34.0	4.25
64.	7.610	33.0	0.56
65.	7.662	32.9	0.25
66.	8.047	32.1	— 2.18
67.	8.103	32.6	— 1.90
69.	9.530	36.8	— 2.68
70	9.747	39.9	— 1.40
71.	9.812	35.6	6.06
75.	11.396	44.5	3.80
77.	13.314	64.4	8.07
78.	17.445	72.8	— 0.58
$\Sigma\Delta^2$	»	»	219.02
ε_2	»	»	2.11
t_0 minutes. .	»	»	0.35

déterminer la vitesse v_3 à l'aide de la méthode des moindres carrés :

$$\frac{d}{v_3} + t_0 - t_3 = \Delta .$$

On trouve :

$$v_3 = 3{,}98 \text{ km./sec.}; \qquad \varepsilon_2 = 2{,}11 \text{ minutes.}$$

La valeur de la vitesse est assez rapprochée de celle qu'on a obtenue au moyen des observations utilisées par Láska et Stiatessi. Le tableau X montre les écarts entre l'observation et le calcul.

En résumé, si l'on accepte la désignation de « troisième phase », d'après Omori, pour l'onde qui inaugure la partie principale du sismogramme, alors la vitesse de cette onde sera 4,7 km./sec.

La désignation « Hauptphase » de Láska, Benndorf, Stiatessi, etc., correspondra alors à une onde se propageant à la vitesse de 3,8 km./sec., qu'on pourrait désigner par « quatrième phase ».

Les phases suivant la troisième ont été très peu étudiées; actuellement on possède trop peu d'observations pour pouvoir poursuivre ces recherches. Imamura indique dans les *Publications*, n° 16, comme vitesse de ces phases :

v_1	3,37	km./sec.
v_2	2.71	—
v_3	2.41	—
v_4	2.15	—

Omori[1] a cru pouvoir démontrer que certaines phases sont dues aux ondes de la cinquième phase ayant fait le tour du monde et revenant à la même station.

III. — CONCLUSION.

D'après les données d'observation actuelles, la représentation de la propagation en *ondes sphériques à vitesse constante* est la plus proche de la réalité, pour les premières ondes des phases préliminaires. En admettant que la première onde soit longitudinale, la seconde transversale, on en tire, pour le rapport de la dilatation longitudinale à la contraction transversale de l'intérieur de la Terre $\sigma = 0{,}294$:

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{2(1-\sigma)}{1-2\sigma}.$$

De plus, on a, en un point de profondeur quelconque : $\frac{E}{\delta} = 1{,}087 . 10^{12}$ unités C. G. S. Si nous acceptons l'hypothèse de Roche, qui donne la densité en fonction du rayon, nous avons :

$$E = 1{,}15 . 10^{12}\left(1 - 0{,}764\,\frac{r^2}{R^2}\right);$$

d'autre part, si l'on réussissait à exprimer le module d'élasticité en fonction de la pression et de la température, en calculant la première dans l'hypothèse de Roche, on obtiendrait une relation entre la profondeur et la température.

[1] *Publications*, n° 13, p. 119.

Les observations utilisées ont été obtenues à l'aide de sismographes de construction et de sensibilité différentes, dont les constantes à l'époque des observations sont inconnues; donc ces dernières ne peuvent être comparées rigoureusement; les résultats obtenus sont approximatifs. Il pourrait se faire qu'avec des observations plus comparables l'hypothèse de la propagation des perturbations en ondes accélérées, qui est actuellement moins indiquée, se trouvât être préférable. Elle donnerait, en tout cas, une explication plus complète du phénomène, en expliquant non seulement les premières ondes des phases, mais aussi les ondes intermédiaires.

Voici un moyen expérimental actuellement applicable pour décider entre ces deux hypothèses : il faut déterminer les angles d'émersion des ondes successives. D'après la première hypothèse, l'angle d'émersion de la première onde sera $\frac{\varphi}{2}$, celui des ondes suivantes, en tout cas, une fonction de φ, où φ est la distance angulaire de l'épicentre à la station considérée. D'après la seconde hypothèse, les angles d'émersion sont indépendants de φ. Il faudrait donc mesurer onde par onde cet angle; pour cela, on déterminerait les composantes verticales et horizontales des secousses à l'aide de deux pendules, dont les constantes seraient déterminées et dont l'un serait horizontal, l'autre vertical, puis on calculerait ces angles.

Au cours de ces recherches, il a été établi, indépendamment de toute hypothèse, *que la Terre ne peut être constituée par une masse homogène continue, mais qu'il doit y avoir une discontinuité entre une écorce mince et le noyau intérieur*; nous avons vu, de plus, que, selon toute probabilité, *ce noyau est liquide*, et que c'est lui qui transmet à distance toutes les ondes sismiques. L'étude des ondes de translation passant sur la surface du noyau permettra de découvrir ses propriétés.

Charles Jordan,
Docteur ès sciences.
Directeur du Bureau hongrois des Calculs sismologiques.

LES MOYENS DE CULTURE PHYSIQUE DE LA VOIX

AU CONSERVATOIRE NATIONAL DE MUSIQUE ET DE DÉCLAMATION

Comme médecin du Conservatoire national de Musique et de Déclamation de Paris, j'enseigne aux élèves, avec le concours des professeurs, la physiologie appliquée de la voix, par le contrôle médical continu de l'enseignement technique du chant et de la déclamation donné dans cette école de l'État.

Comment doit être comprise, en vue de l'enseignement, la collaboration du médecin spécialiste oto-rhino-laryngologiste du Conservatoire avec le professeur de cette école lyrique et dramatique?

Il est entendu qu'un laryngologiste dont la carrière s'oriente vers cette spécialisation dans la spécialité, doit être aussi parfaitement instruit que possible dans tout ce qui concerne l'enseignement du chant et de la déclamation. Le médecin du Conservatoire, muni de cette éducation première, devient un excellent conseiller, dont l'expérience s'améliore chaque jour en vue de tout ce qui a trait aux avis à donner pour le contrôle médical du travail vocal dans l'enseignement du chant et de la déclamation. Mais je crois qu'il est antiscientifique de voir le médecin se substituer ici presque entièrement au professeur de chant; et c'est, bien entendu, pour un médecin se substituer au professeur que faire de l'enseignement technique du chant et non pas uniquement de la physiologie appliquée au chant et à la déclamation.

De même, d'autre part, je trouve regrettable qu'un professeur de chant, dans l'état présent de l'organisation de l'enseignement, se préoccupe trop uniquement des questions de Physiologie. Le rôle du médecin, dans cette variété d'enseignement, est tout naturellement et simplement celui de vulgarisateur des phénomènes les plus abordables et les plus tangibles de la Physiologie appliquée à la culture physique de la voix. Et j'estime, en somme, que tout enseignement moderne, pour un professionnel futur de la carrière artistique, devant être avant tout concret et essentiellement pratique, il y a lieu, pour cette vulgarisation de la Physiologie, de s'aider le mieux possible de l'éducation des sens et de leur suppléance réciproque, de l'éducation de la vue, par exemple, lorsqu'il est possible, par la méthode expérimentale, et utile de substituer ou d'adjoindre ce sens à celui de l'audition dans l'enseignement artistique donné.

Je m'expliquerai plus loin sur ce sujet intéressant.

Il est presque inutile de dire que la Physiologie, ou une partie minime de la Physiologie, ne peut s'apprendre sans une connaissance assez étendue de l'Anatomie. Et l'anatomie des manuels spéciaux,

dans lesquels pourraient seulement s'instruire les futurs professionnels de l'art lyrique et dramatique, est bien insuffisante pour aborder, avec quelques chances d'en être frappé, l'analyse d'une fonction physiologique quelconque. Or, on convient généralement qu'en faisant abstraction complète d'une certaine culture littéraire, de quelques connaissances d'histoire, etc., le niveau d'instruction des élèves qui fréquentent le Conservatoire, quoique s'étant un peu élevé en ces dernières années, n'est, en général, qu'exceptionnellement à la hauteur d'un enseignement anatomique et physiologique, si modeste soit-il. Je suis bien placé pour le dire sans offenser personne et avec le consentement de tous; car aucun n'a jamais cru qu'il serait utile d'avoir des notions scientifiques pour faire de bonnes études artistiques.

Aussi, les diverses tentatives d'enseignement de la physiologie de la voix, à allures certainement trop pédagogiques et trop scientifiques pour être utiles, ont abouti à des insuccès. Et ce qu'il y a de certain, c'est que des conférences faites en contrepartie et à part de l'enseignement du chant ont toujours menacé de jeter comme un discrédit sur les professeurs, risquant d'atténuer bien vite le prestige de ceux-ci, sans pour cela aboutir à quelque chose de mieux vis-à-vis de l'élève, qui, dès lors, manque de confiance, ne sachant plus d'où vient le mal, du médecin ou du professeur.

Médecins et professeurs de chant peuvent indéfiniment faire des conférences et des livres sur le sujet qui nous occupe, avec des planches anatomiques et des explications physiologiques[1]. Ces conférences et ces livres peuvent être utiles, à mon avis, plutôt pour des médecins spécialistes et des professeurs de chant érudits. Quant aux autres, je crains que ce ne soit guère que l'intérêt de curiosité qui les pousse à lire ou à écouter; je doute du profit qu'ils en peuvent retirer.

Quand Marey fit ses belles recherches physiologiques de chrono-photographie sur la marche de l'homme à la Station physiologique du Bois de Boulogne, les résultats de ses recherches ont directement intéressé l'École militaire de Joinville, et les instructeurs en ont fait leur profit pour l'armée. Voilà la simple application pratique d'une question de culture physique mise scientifiquement au point.

Faudra-t-il donc que, pour chacune des cultures physiques qu'il va s'agir de rectifier d'après des données scientifiques, on fasse des élèves, avant tout, de petits anatomistes et physiologistes?

Dans une école d'art comme le Conservatoire, nous verrons que, sans pour cela cependant nier complètement l'utilité de notions bien scientifiques, présentées en s'adressant à qui de droit, ce sont encore les moyens de contrôle scientifique, simples, pratiques, indiscutables, qu'il vaudra mieux mettre périodiquement sous les yeux des élèves et des professeurs au cours des études, pour être réellement utile, et cela sans exiger d'eux des connaissances anatomiques et physiologiques, même restreintes, et en évitant de les éloigner de leurs seules études techniques de l'art du chant et de la déclamation.

Mais ces moyens de contrôle scientifique, qui nécessitent le concours du médecin du Conservatoire constamment consulté sur les maladies de la voix et le malmenage vocal, commandent le secret professionnel et sont exclusivement du ressort du médecin de l'École, qui seul doit en confier le résultat aussi bien aux élèves qu'aux professeurs.

On a dit qu'à l'École des Beaux-Arts florissait l'enseignement de l'Anatomie artistique. Il y a en quelque sorte une analogie seulement entre l'enseignement d'Anatomie artistique existant à l'École des Beaux-Arts et celui d'Anatomo-physiologie vocale que donnerait le médecin du Conservatoire. Mais il ne peut être fait entre les deux de comparaison profonde. Dans le premier cas, il s'agit d'anatomie plastique de la ligne, qui s'apprend en regardant le modèle, et dans le deuxième cas, c'est toute une étude complexe d'anatomo-physiologie artistique appliquée de la voix, qui va nécessiter des connaissances scientifiques rarement compatibles avec l'art dramatique et lyrique. De plus, si l'on réfléchit, on conviendra de la bien douteuse utilité qu'il y aurait à parfaire l'éducation artistique autrement que par l'éducation méthodique des sens, qui se sont révélés particulièrement impressionnables, exaltés et éducables chez les diverses *natures*.

Il y a là, en ces élèves, futurs artistes lyriques et dramatiques, matière éducable d'un genre vraiment spécial, dont la culture ne semble pas devoir être améliorée par des connaissances scientifiques, mais, au contraire, paraît pouvoir être simplement éclairée par des procédés d'investigation empruntés à la science, ce qui est différent, surtout si l'on se place au point de vue pratique. C'est en me basant sur ce raisonnement général que j'ai conçu la collaboration possible du médecin oto-rhino-laryngologiste du Conservatoire avec le professeur, pour l'enseignement du chant et de la déclamation.

J'ai fait, d'une part, des recherches physiologiques sur la respiration chez l'enfant et chez l'adulte, en me plaçant dans les conditions mêmes de la vie normale et pathologique. Les résultats ont été obtenus en utilisant l'admirable ressource des

[1] Pour ma part, j'ai chez l'éditeur aussi mon livre avec mes dessins, sur la culture physiologique de la voix; mais il représente une partie d'un important travail collectif : *le Dictionnaire encyclopédique du Conservatoire*, dont je suis obligé d'attendre la publication pour faire connaître intégralement mes recherches faites sur les élèves du Conservatoire.

rayons cathodiques, procédé simple et indiscutable, qui n'exige, de la part des élèves et des professeurs de chant, aucune connaissance spéciale d'anatomie interne, ni physiologique précise.

D'autre part, je continue, au Laboratoire de Phonétique expérimentale du Collège de France, des recherches physiologiques sur l'analyse de la voix, l'émission, la pose de la voix, l'articulation vocale et le traitement des vices d'émission, d'accentuation et d'articulation, en mettant à profit encore, dans le même ordre d'idées, les données précieuses que nous offre la Phonétique expérimentale. Ce procédé d'étude et de contrôle de l'enseignement du chant et de la déclamation ne nécessite pas non plus de la part des élèves et des professeurs des connaissances anatomo-physiologiques bien étendues, puisqu'il s'agit ici, entre autres procédés, de la lecture de graphiques facilement explicables.

Ces différentes recherches ont été et sont encore faites à l'hôpital et au laboratoire, toujours sur les sujets du Conservatoire national de Musique et de Déclamation de Paris, au début, au cours et à la fin de leurs études, ainsi que plus tard dans la carrière artistique, soit dans l'enseignement, soit au théâtre.

I

En ce qui concerne la *respiration*, j'ai étudié, au Conservatoire en particulier, la *respiration vocale* par l'examen radioscopique du thorax.

Chacun de mes examens a été suivi de l'établissement d'un tracé fait rapidement au calque directement sur l'écran fluoroscopique. Le premier calque constitue la première pièce d'un dossier individuel pour les examens successifs. Ces examens, pratiqués sur les élèves, m'ont permis de contribuer à rendre bien des services et de chercher à établir quelques données sur la culture physiologique de la voix, suivant chaque sujet, en tenant compte des diversités anatomo-physiologiques de chaque individu. Sans vouloir attacher à ce moyen de contrôle physiologique plus d'importance qu'il n'en comporte, nous trouvons que c'est un procédé de plus, et non des moins bons, de rendre méthodique la rééducation physiologique des voix, du moins en ce qui concerne la rééducation respiratoire, son accommodation, qui se raisonne dès lors, en voyant, en regardant directement la viciation respiratoire, sans qu'il soit nécessaire de se perdre en pures vues de l'esprit, en interprétations complexes conventionnelles des faits, tant par les élèves que par les professeurs.

J'insiste sur l'intérêt méconnu de cette méthode d'exploration de la respiration vocale par la radioscopie thoracique chez l'élève, devant le professeur lorsque cela est possible. Car, outre sa précision indiscutable, elle permet un contrôle irréfutable pour les deux à la fois; elle s'effectue de la façon la plus discrète, tant en ce qui concerne l'élève qu'en ce qui touche le professeur.

Chaque fois, l'un s'est mieux adapté à l'autre. La confiance réciproque bénéficie de ce procédé de vérification du travail; il n'y a plus cette acrimonie et cette méfiance qui résultent forcément de tout autre moyen employé dans cette Ecole, en vue de l'amélioration de l'enseignement du chant et de la déclamation. Or, j'ai la conviction, connaissant d'une façon spéciale la mentalité du monde des artistes lyriques et dramatiques, qu'il y a lieu, pour aboutir et réaliser un enseignement utile et possible, de sauvegarder le prestige du professeur vis-à-vis de l'élève et de ne pas orienter la confiance de l'élève plus vers le médecin que vers le professeur.

La radioscopie thoracique constitue un moyen intéressant et précieux d'exploration physiologique de la respiration. Il m'a rendu les plus grands services dans l'exploration comparée de la respiration normale et pathologique chez l'enfant et chez l'adulte. Il fait connaître, en effet, le mode d'ampliation thoracique dans tous les sens où ce mode doit se produire. A ce point de vue, il est différent de la spirométrie, de la pneumographie, même intercostale, des simples mensurations périthoraciques. La spirométrie, en effet, permet bien de connaître la quantité d'air qu'il est possible d'introduire dans les poumons par une inspiration profonde, la quantité d'air résiduel qui demeure dans la cavité respiratoire à la fin d'une expiration forcée. Mais l'exploration spirométrique ne permet pas d'établir ce qui nous intéresse avant tout : aux dépens de quel diamètre thoracique, soit vertical, soit transversal, soit antéro-postérieur, se produit cette introduction de l'air dans les poumons, autrement dit les détails du mode respiratoire. Quant aux mensurations péri-thoraciques, elles ne donnent aucune indication sur l'ampliation respiratoire de la cavité thoracique dans le sens vertical pour l'appréciation de la respiration diaphragmatique. Enfin, la radioscopie thoracique permet, fait très important dans le contrôle du travail vocal, de reconnaître le mode de ménagement de l'air lors de l'expiration dans le chant.

Je ne veux pas m'étendre ici sur les détails de l'exploration radioscopique du thorax dans la respiration vocale. Pour en marquer tout l'intérêt scientifique, j'exposerai seulement les idées générales suivantes :

Nous savons tous que ce serait une grave erreur physiologique que de confondre la respiration réflexe et inconsciente, comme celle du sommeil, par exemple, avec l'acte thoracique du chanteur, ménageant l'air qu'il a inspiré en pleine volonté

de son effort et qui doit sortir avec une lenteur calculée pour permettre de dire ou de chanter des phrases d'une certaine étendue.

La respiration du dormeur est bulbaire, involontaire ; celle du chanteur ou de l'orateur, de l'artiste dramatique, etc., est cérébrale. C'est une respiration volontaire. Et je suis tout à fait d'avis que des professeurs de chant du Conservatoire ou libres parviennent à réaliser chez les élèves le type respiratoire qu'ils ont adopté pour eux.

J'ai observé, en outre, que, sans tenir compte des aptitudes organiques et physiologiques infiniment variables des sujets, presque tous constitués d'une façon relativement différente et éduqués dès l'enfance par atavisme au point de vue respiratoire dans un sens donné, la même méthode respiratoire est appliquée par les professeurs d'âge variable aux sujets les plus différents dans les attitudes les plus diverses, même lorsque celles-ci changent le mode d'ampliation thoracique. Et, dans le même ordre d'idées, je voyais encore ces jours-ci un artiste qui, examiné de profil devant l'écran fluoroscopique, réalisait à volonté et sans grande difficulté deux modes respiratoires. Dans une première manière, à type costal supérieur, il portait le sternum en avant, et le diaphragme, avec la plus forte inspiration, ne s'abaissait qu'incomplètement, le creux épigastrique se déprimant légèrement. Dans une seconde manière, à type latéral inférieur et diaphragmatique, le sternum restait en place, mais le diaphragme, avec la plus forte inspiration, s'abaissait de plus de 4 centimètres au-dessous de la limite qu'avait atteint ce muscle avec la première manière. Dans cette seconde manière, le creux épigastrique était légèrement en saillie. Les deux manières lui avait été enseignées par des professeurs.

La seconde manière, suivant l'expression de l'artiste, était celle qui le mettait « en bonne tessiture respiratoire », à son aise. Avec la première, au contraire, il gagnait à la longue de la congestion des cordes, de la fatigue et d'autres malaises, comme la tendance à l'asphyxie, visible sur l'écran à l'aspect du cœur comparativement observé dans les deux cas. Ceci n'est pas difficile à comprendre pour les initiés à ces délicates analyses de la respiration vocale. Seule, dans ce cas, la radioscopie thoracique a permis de se rendre compte de l'ampliation large et facile des parties inférieures et latérales de la paroi thoracique, et surtout de l'abaissement maximum du muscle diaphragme. Sans entrer dans les détails de l'exploration radioscopique du thorax, puisque par l'entraînement on peut adopter un mode respiratoire, que l'on sache qu'il est par ce moyen possible de montrer bien simplement, au début et au cours des études, à un professeur et à ses élèves en même temps, comme contrôle du travail vocal, les vices ou les troubles respiratoires, s'ils existent. Il est possible de faire un choix, en vue de la technique d'enseignement du chant à suivre, entre les moyens respiratoires constatés sur l'individu. Car, sur l'écran fluoroscopique, on observe très aisément dans tous leurs détails, de face ou de profil, les différents types de respiration vocale, diaphragmatique, latéral inférieur et latéro-costal, enfin costo-supérieur, associés de façon infiniment variable, avec prédominance fréquente de l'un d'entre eux sur les autres.

Dès lors, dans les cas de disproportions anatomiques et de défaut de concordance des organes de l'appareil phonétique avec la soufflerie pulmonaire, on pourra montrer à l'intéressé, lors de l'examen radioscopique, dans une glace et sur les calques de l'image radioscopique d'une façon très précise, ce que l'on ne fait que supposer, et éviter ainsi de graves maladies de la voix.

Ainsi, une puissante soufflerie pulmonaire, faisant fonctionner un appareil phonétique anatomiquement conformé et fonctionnant physiologiquement pour évoluer dans le registre supérieur, sera, après un examen radioscopique, très logiquement accommodée aux besoins du larynx, des anches vibrantes, des résonnateurs et de l'ébranlement général de la colonne aérienne en vibration, et *vice versa*, quoique, dans le cas contraire, les inconvénients soient moindres ou, du moins, ne se produisent qu'à la longue.

Ainsi encore pourra être reconnue plus sagement une aptitude vocale anatomique et physiologique. Le classement et le reclassement des voix au cours des études de chant relèvera d'un moyen scientifique de contrôle anatomo-physiologique de plus. On s'aidera, bien entendu, parallèlement à l'examen radio-thoracique, des résultats fournis par l'exploration des cavités résonnantes et anches vibrantes.

Nous savons que, sans pour cela attacher à l'examen rhino-pharyngo-laryngoscopique trop d'importance, ni être trop affirmatif, il existe, à côté de la caractéristique artistique de la voix, établie sur audition, une caractéristique médicale anatomo-physiologique des voix, qui ressort de l'examen d'un spécialiste bien entraîné et exercé à ce genre délicat d'exploration, nécessitant une compétence assez particulière, facile à gagner au Conservatoire.

C'est fort bien de dire à un élève : les aptitudes organiques de votre instrument vocal ne se prêtent pas au rendement que votre professeur exige de vous. L'élève vous croira sur parole, mais pourra-t-il toujours faire différemment de ce qu'il fait. Il ne *voit* pas les raisons du défaut dans le classement vocal conventionnel maintenu par son maître, ni surtout les viciations respiratoires et vocales qui

peuvent exister. Ce sera donc mieux encore si le conseil médical peut être donné à coup plus sûr et plus démonstratif, en ce qui concerne la respiration vocale, par la radioscopie thoracique.

On *montrera* à l'élève, au professeur, qu'avec une soufflerie trop faible pour une anche vibrante donnée, il faut s'habituer à l'agrandissement de tous les diamètres de la cage thoracique, même si la respiration diaphragmatique, si en honneur, semble parfaite. Et, *vice versa*, une voix habituée à se maintenir dans les tables d'harmonie supérieures, un ténor léger, une soprano aiguë présentant une cavité respiratoire trop développée pour des cordes vocales de faibles dimensions, des résonnateurs étroits, il y aura lieu de montrer les inconvénients à redouter d'un acte respiratoire trop violent. On accommodera sous les yeux la respiration au travail vocal à fournir.

II

Pour tout ce qui touche à l'émission, la pose de la voix, la résonnance et le timbre, l'accentuation vocale et le traitement des troubles de l'émission de la voix, de l'articulation et de la prononciation, c'est encore par un contrôle physiologique de la culture physique de la voix parlée ou chantée, basé sur une méthode faisant uniquement appel au sens de la vue, qu'il faut avoir recours. Et il n'est pas pour cela besoin, ainsi qu'on va le voir, d'exiger des sujets des connaissances anatomiques et physiologique bien spéciales.

La Phonétique expérimentale, tout d'abord par la méthode graphique, et ensuite par l'exploration acoustique à l'aide du tonomètre et le calcul des vibrations sur les tables acoustiques, va permettre d'établir les nuances les plus délicates, non seulement dans l'analyse de la parole et du chant, mais encore dans le traitement méthodique des troubles de l'émission, de l'articulation de la voix parlée et chantée.

C'est en quelque sorte l'enseignement de la parole par les yeux, lorsque l'oreille est partiellement insuffisante. La Phonétique permet, par exemple, d'étudier et d'analyser de très près l'articulation musicale de la parole : la hauteur musicale, l'intensité musicale, la durée musicale.

La hauteur musicale, que l'on peut aisément mesurer en Phonétique, se prête à l'accent musical, et aussi à la modulation musicale du vers, de la prose et même de la parole dans la conversation.

Il y a là une application directe aussi à la composition musicale, et enfin surtout à l'amélioration de l'interprétation des grandes compositions musicales par les artistes lyriques.

L'*analyse graphique du style*, aussi bien en littérature musicale qu'en prose, en poésie, facilite la mise en évidence de toutes les qualités rythmiques, l'explication de la genèse des accords et l'application variée de l'harmonie. En somme, elle montre, au point de vue qui nous occupe, la personnalité de l'œuvre et de l'auteur.

Un interprète imparfait, à la simple lecture des graphiques enregistrés, va pouvoir étendre ses moyens vocaux. Ainsi, une sélection plus large de bons interprètes pourra, en quelque sorte, s'établir par la vue, venant chez eux suppléer à l'oreille présentant quelques caractères d'insuffisance.

D'autre part, en poésie par exemple, « cette langue accentuée du vers », selon l'expression de Lamartine, qui donne du son et de la couleur à l'idée et qui vibre, peut-être à cause de cela, quelques jours de plus que la langue vulgaire dans la mémoire des hommes, dans notre admirable poésie française, le vers est une succession parfaitement musicale de brèves et de longues, exactement enregistrables par l'expérimentation en phonétique.

C'est ainsi qu'enregistrer Boileau, dit devant l'appareil, avec la précision qu'il comporte toujours, par un excellent artiste, fait vite constater le vers défectueux, bien entendu au point de vue musical et non point prosodique. C'est souvent sec, froid, dur et sans couleur.

Au contraire, enregistrer les beaux rythmes, le beau style de Racine, ou encore la jolie couleur de Musset, c'est montrer l'allure toute musicale et pleine d'harmonie de ce qu'est le beau vers français.

Il faut donc ne pas être un « visuel » en écrivant, mais un « auditif ».

Et c'est ainsi qu'en lisant, on peut alors voir un défaut ; cela vous « saute aux oreilles », selon l'expression courante, faussement appliquée d'habitude à la vue, dans le cas particulier.

L'enregistrement de l'*intensité musicale* est chose possible pour la vue. Et l'on peut faire *voir* en phonétique expérimentale, malgré les difficultés, et montrer dans quelle mesure le son est appuyé.

Enfin, la *durée musicale*, la longueur des intervalles, la conciliation des temps dans la succession rythmique des longues ou des brèves du vers, en poésie, en composition musicale, sont du domaine des phénomènes analysables par l'interprétation en Phonétique.

Comme on le voit, de même que la radioscopie thoracique pour l'exploration de la respiration vocale peut rendre d'importants services, de même la Phonétique expérimentale appliquée peut aussi être utilisée pour l'analyse de la voix parlée et chantée, l'étude visuelle de l'émission, de la pose de la voix, de l'accentuation vocale, dans l'orientation de l'enseignement artistique lyrique et dramatique.

III

En raison de ce que, d'une part, il serait souhaitable que l'État, assumant vis-à-vis des élèves, qui parfois reçoivent des bourses, toutes les charges de l'enseignement artistique donné au Conservatoire, fût renseigné comme il l'est pour les autres grandes Ecoles, chaque année à la suite d'un examen médical obligatoire de tous les élèves admis, et sût si, à côté des qualités vocales qui déterminent seules aujourd'hui l'admission et le maintien en cours d'études, chaque élève réalise et continue de réaliser toutes les qualités physiques de santé générale et de bonnes aptitudes organiques et fonctionnelles de l'appareil phonétique, permettant d'entreprendre et de poursuivre utilement une éducation artistique lyrique et dramatique; en raison, d'autre part, de ce qu'il y a lieu d'initier chacun à des notions scientifiques susceptibles de faire connaître d'une façon très élémentaire la structure et le mécanisme du fonctionnement normal et régulier de l'appareil vocal par des méthodes d'exploration empruntées à la science et permettant de surveiller comment se comportent ces organes durant l'entraînement, en cours d'études; nous émettons le vœu qu'il plaise à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts et à M. le Sous-secrétaire d'État des Beaux-Arts d'établir de fait, pour le médecin en fonctions du Conservatoire, tout désigné pour cela à cause de son contact continu avec les professeurs et les élèves, la charge d'un enseignement obligatoire des éléments d'anatomie des organes de la parole et de la physiologie appliquée de la voix en première année d'études, avec examen probatoire, sous forme de l'exposé du contrôle du travail vocal fait au début et périodiquement durant les études, par les moyens d'investigations scientifiques les plus simples et pratiques à notre disposition.

Un examen physique pratiqué, comme pour les autres Ecoles, avant l'admission définitive et annuellement ensuite pour le maintien en cours d'études, répondrait à tous les desiderata. Car, parmi les élèves du Conservatoire, il s'en trouve qui sont atteints d'affections chroniques des voies respiratoires et de l'appareil circulatoire, etc., qui ne feront jamais de bons artistes lyriques et dramatiques.

Et, en somme, une des grandes causes du malmenage vocal est moins l'ignorance de la physiologie appliquée de la voix que l'imparfait recrutement des élèves[1].

Dr Jules Glover,
Médecin du Conservatoire National de Musique et de Déclamation de Paris.

LES TRANSPOSITIONS DE STRUCTURE EN CHIMIE ORGANIQUE

Une molécule chimique constitue une sorte d'édifice en équilibre. Toute transformation de l'édifice moléculaire comporte, au moins, deux phases principales[1] : l'une, préalable, consistant dans une rupture de l'équilibre initial; l'autre, consécutive, ayant pour objet l'organisation définitive de la molécule vers une nouvelle position d'équilibre.

Parmi les processus nombreux et variés[2] qui permettent à une molécule en rupture d'équilibre de s'organiser définitivement, il en est qui consistent essentiellement en des permutations effectuées exclusivement à l'intérieur de la molécule; c'est précisément à ces réactions intramoléculaires, caractérisées par des mutations d'atomes ou de groupement d'atomes, qu'on a donné le nom de *transpositions moléculaires*, alors que ces mutations ou déplacements eux-mêmes ont reçu le nom de *migrations*.

Tandis que les migrations d'atomes ou de groupements non carbonés ne modifient jamais la structure du squelette carboné initial (transpositions simples), les migrations de radicaux carbonés y provoquent, au contraire, des modifications plus

[1] Bien que ces deux phases paraissent se dérouler simultanément, il ne s'ensuit pas moins que l'une provoque et précède l'autre.

[2] Lothar Meyer : *Traité de Chimie*, traduction Bloch et Meunier (G. Carré, éditeur), t. II, p. 6.

[1] Les idées qui ont été exposées ci-dessus ont fait l'objet d'un Mémoire, qui a été présenté, d'un commun accord avec le Dr Poyet, à l'Académie de Médecine dans sa séance du 11 juin et renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. les Professeurs Gariel et Dieulafoy et de M. Ch. Périer.

Au moment de mettre sous presse, nous apprenons que cette Commission a arrêté, dans la séance du 9 juillet, les termes des conclusions de son Rapport. N'envisageant le sujet qu'au point de vue tout à fait général, elle décide qu'il est inutile, sinon nuisible et susceptible de désorienter facheusement et sans résultat meilleur les élèves, d'adjoindre un enseignement pédagogique de la Physiologie à proprement parler à l'enseignement technique dans toutes les Ecoles de l'Etat où l'on s'occupe de la culture professionnelle de la voix. Et, considérant qu'il y a une réforme nécessaire à établir, elle s'en remet aux décisions possibles et réalisables du dernier Congrès de Laryngologie de Paris, au cours duquel, dans la séance du 15 mai 1907, fut communiqué le travail que l'on vient de lire et souhaite qu'un contrôle médical du travail vocal des élèves soit fait au début et au cours des études techniques par une personne compétente.

Ayant eu connaissance des dis ussions de l'Académie, les

ou moins profondes (transpositions de structure)[1].

C'est précisément l'étude de ces transpositions de structure, ou, si l'on préfère, des migrations carbonées dont elles sont la conséquence nécessaire, que j'ai entreprise ici[2], non seulement en vue d'en rechercher les causes, mais surtout dans le but d'en préciser le mécanisme et de fixer certaines conditions de structure qui les favorisent.

Le *mécanisme* des réactions migratrices ne peut être étudié fructueusement qu'à condition de connaître les structures initiale et finale[3] des molécules qui se transposent.

La détermination de la structure finale est du domaine de la Chimie expérimentale; elle est censée parfaitement connue, puisque c'est précisément cette connaissance qui a rendu évidente la transposition.

Il n'en est pas toujours de même de la structure initiale, c'est-à-dire de la structure au moment précis qui précède la migration. Tantôt, en effet, la molécule qui se transpose a une forme stable dont on a pu, plus ou moins aisément, déterminer la structure avant la transposition. Tantôt, au contraire, la molécule qui se transpose a pris naissance au cours de la réaction; elle n'a pas la même composition centésimale que la molécule dont elle est issue; de plus, elle est instable; aussi, n'est-ce que par des inductions qu'on peut le plus souvent juger de sa structure.

D'une interprétation relativement simple, dans le premier cas, le mécanisme des réactions migratrices se prête, dans le deuxième cas, à des interprétations multiples.

Il m'a donc paru nécessaire d'envisager successivement ces migrations, en les répartissant en deux groupes : 1° Migrations carbonées dans les molécules stables[4]; 2° Migrations carbonées dans les molécules instables.

I. — Migrations carbonées dans les molécules stables.

La nécessité de passer à une forme plus stable, c'est-à-dire offrant plus de résistance aux agents physiques ou chimiques, provoque, chez divers composés stables, des migrations de groupements carbonés.

D'une façon générale, on constate certaines tendances caractéristiques auxquelles on a pu rattacher les principales transpositions de cet ordre : les composés non saturés tendent à se transformer en saturés; l'oxygène fixé sur deux atomes de carbone aspire à saturer ses deux valences sur un même atome; les amines secondaires ou tertiaires semblent trouver plus de stabilité à passer à l'état d'amines primaires ou secondaires, surtout en présence des acides énergiques, etc.

§ 1. — Transformation des composés non saturés en composés saturés.

C'est généralement la chaleur qui détermine les réactions transpositrices de cet ordre. Le plus souvent, c'est par l'intermédiaire des atomes d'*azote* ou d'*oxygène* qu'elles trouvent à se réaliser; ces éléments peuvent, en effet, grâce à leurs valences multiples, jouer deux rôles différents suivant qu'ils servent de lien entre le carbone et un radical quelconque, ou que, par toutes leurs valences, ils s'unissent seulement à cet atome de carbone.

La classique transformation des carbylamines en amines primaires[4] est un exemple typique des migrations[3] où intervient l'atome d'azote :

$$C : Az.C^2H^5 \rightarrow C^2H^5.C \vdots Az.$$

Dans les deux exemples suivants, qui semblent calqués l'un sur l'autre, bien que les composés envisagés y soient de nature très différente, c'est, au contraire, l'atome d'oxygène qui intervient pour favoriser la transposition :

$$C^6H^5.C(OC^2H^5) : CH^2 \rightarrow C^6H^5.CO.CH^2.C^2H^5 \quad (^3)$$

α-Ethoxystyrolène. Phénylbutanone.

$$HC(OCH^3) : Az.C^6H^5 \rightarrow H.CO.Az\begin{cases} C^6H^5 \\ CH^3 \end{cases} \quad (^4)$$

Méthylisoformanilide. Méthylformanilide.

Professeurs du Conservatoire avaient remis à M. le Professeur Gariel, président de la Commission, une lettre collective dans laquelle ils offraient d'exposer leur opinion et donnaient aux deux médecins du Conservatoire toute leur confiance, basée sur les travaux de ceux-ci et leur expérience quotidienne.

[1] Les expressions *transpositions de structure* et *migrations carbonées* seront, dans la suite, employées comme synonymes; elles s'appliquent, en effet, l'une et l'autre, aux mêmes phénomènes.

[2] Je laisserai de côté les transpositions simples, parce que les phénomènes auxquels elles donnent lieu sont les plus divers : tandis que les uns consistent en de véritables échanges (racémisation), d'autres sont dus à des migrations tantôt réversibles (phénomènes de tautomérie), tantôt non réversibles (transpositions proprements dites).

[3] Par structures initiale et finale, il faut entendre ici les structures immédiatement avant et après les migrations.

[4] Je n'envisagerai point certaines transpositions, comme celle de l'acétate d'aminophényle en acétamidophénol, qui peuvent être expliquées par de simples échanges réactionnels tout à fait normaux. Il en sera de même des fausses migrations, où la transposition est provoquée par la cyclisation d'une chaîne linéaire avec rupture ultérieure en un point différent, ou inversement par la rupture d'un noyau carboné suivie d'une cyclisation en une place nouvelle.

[1] Nef : *Ann. Chem.*, t. CCLXXX, p. 296.

[2] On peut y rattacher la mémorable synthèse de l'urée Woehler : *Berzélius Jahresberichte* (1828), t. XII, p. 266) par transposition du cyanate d'ammonium :

$$CO : Az.AzH^4 \rightarrow CO\begin{cases} AzH^2 \\ AzH^2 \end{cases}.$$

[3] Claisen : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, . XXIX, p. 2931.

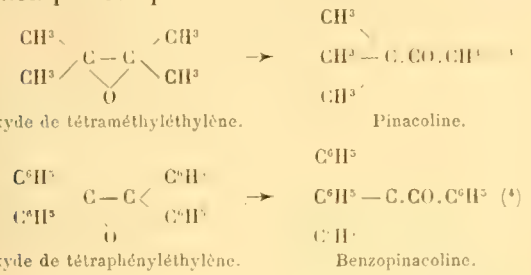
[4] Wheeler et Johnson : *Am. Chem. J.*, t. XXI, p. 185.

Cette aptitude de l'atome d'oxygène à se fixer de préférence sur un même carbone peut suffire seule à provoquer des transpositions; nous la retrouvons, en effet, comme unique cause efficace dans les migrations du groupe suivant.

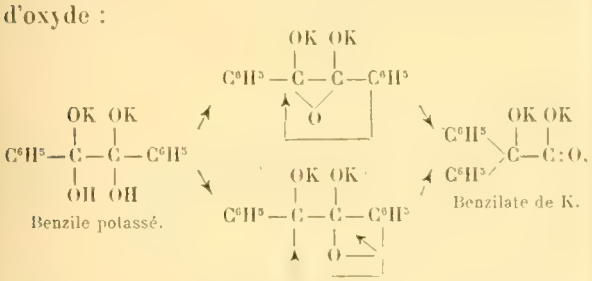
§ 2. — Transformation de l'oxygène oxydique[1] (éther-oxyde ou oxyde d'éthylène) en oxygène carbonylique (cétones).

On connaît[2] la tendance plus ou moins marquée de l'oxygène oxydique des oxydes d'éthylène (oxygène à cheval) à passer, par action de la chaleur seule ou en présence d'agents catalyseurs, à l'état d'oxygène carbonylique.

Cette aptitude se manifeste également chez les oxydes d'éthylène tétrasubstitués, où elle entraîne la migration d'un des radicaux carbonés substituants; c'est une variante de la classique transposition pinacolique :



La *transposition benzilique*[5] peut, dans une certaine mesure, être rattachée à ce groupe, soit qu'on la considère comme provoquée par une élimination d'eau avec ou sans formation intermédiaire d'oxyde :



[1] Dans la transposition de l'acide phénylcarbonique en acide salicylique, l'oxygène oxydique se transforme en oxygène phénolique plus stable.

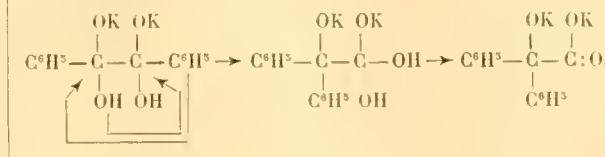
[2] Certains oxydes dissymétriquement ou symétriquement disubstitués s'isomérisent par simple distillation (Tiffeneau : *B. Soc. Chim.* (3), t. XXXI, p. 1309; t. XXXIII, p. 742; *C. R. Ac. Sc.*, t. CXL, p. 1458. Klages : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XXXVIII, p. 1969. Hœring : *Id.*, t. XXXVIII, p. 2296) ou encore par des cristallisations répétées (Gardeur : *B. Ac. Roy. Belg.* (3), t. XXXIV, p. 99); d'autres exigent, au contraire, la présence des agents catalyseurs et l'action de températures plus élevées (Ipatieff : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XXXVI, p. 2014. Nef : *Ann. Chem.*, t. CCCXXXV, p. 193. Fourneau et Tiffeneau : *C. R. Ac. Sc.*, t. CXL, p. 595; t. CXLI, p. 662).

[3] Krassouski : *J. russ. phys. Chim.*, t. XXXIV, p. 537.

[4] Thœrner et Zincke : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. X, p. 1475; t. XI, p. 65.

[5] Liebig : *Ann. Chem.*, t. XV, p. 25. Zinin : *Id.*, t. XXXI, p. 329. Sur le mécanisme de cette réaction, consulter Hoogewerff et Van Dorp : *R. Tr. Ch. Pays-Bas*, t. IX, p. 225; Nef : *Ann. Chem.*, t. CCXCVIII, p. 372; Erlenmeyer : *Ann. Chem.*, t. CCCXVI, p. 830; Montagne : *R. tr. ch. Pays-Bas*, t. XXI, p. 6.

soit qu'on envisage cette réaction transpositrice comme le résultat d'un échange[1] entre un oxhydryle et un phényle :



C'est également à une sorte d'échange entre deux substituants différents que sont dues les transpositions suivantes observées chez les amines aromatiques.

§ 3. — Transformations des amines aromatiques secondaires ou tertiaires en amines primaires ou secondaires.

L'exemple le plus classique des transpositions observées au cours de ces transformations consiste dans l'obtention de paratoluidine[2] par chauffage à 350° du chlorhydrate de méthylaniline[3] :

$$C^6H^5.AzH.CH^3 \rightarrow CH^3.C^6H^4.AzH^2.$$

C'est par des migrations analogues que les Az-alkylpyrrols[4] (tertiaires) et les dérivés Az-iodoalkylés de la pyridine (quaternaires) se transposent en C-alkylpyrrols et C-alkylpyridines.

Une curieuse application de cette remarquable réaction a conduit MM. Pictet et Crépieux[5] à l'obtention de l'α-pyridylpyrrol au moyen duquel M. Pictet[6] a pu réaliser la synthèse totale de la nicotine naturelle.

Le mécanisme de ces réactions peut se concevoir

[1] On verra plus loin que cette hypothèse de l'échange entre un oxhydryle et un radical carboné ne paraît pas vraisemblable dans le cas de la transposition pinacolique; c'est qu'en effet, pour cette dernière, l'échange précéderait l'action déshydratante; ici, au contraire, l'échange serait consécutif à l'action de l'alcali. Cette interprétation est, d'ailleurs, d'autant plus plausible que, dans les mêmes conditions, la benzophénone se transforme, par suite d'échanges analogues, en benzoate de potasse et triphénylcarbinol (Delange : *B. Soc. Chim.* (3), t. XXIX, p. 1131) et la phénanthrène-quinone en acide oxyfluorène-carbonique (Baeyer : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XVIII, p. 1933. Zincke et Fröhlich : *Id.*, t. XX, p. 2894. Zincke et Kegel : *Id.*, t. XXI, p. 1042).

[2] Hofmann : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. V, p. 720.

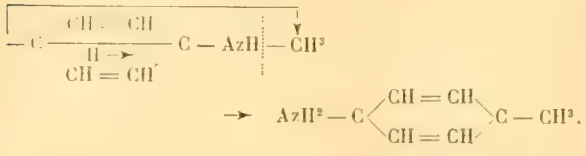
[3] Dans la transformation de la diméthylaniline en pentaméthylrosaniline (Hofmann : *Id.*, t. VI, p. 357), il y a également transposition d'une partie de cette diméthylaniline en méthylparatoluidine.

[4] Les Az-acétylpyrrols subissent la même transposition (Ciamician et Magnaghi : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XVIII, p. 1828). La transposition de la diacétylanilide en acétamidoacétophénone (Chattaway : *Chem. Soc.*, t. LXXXV, 386) est un phénomène analogue.

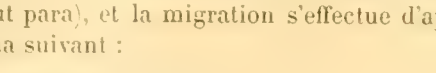
[5] Pictet et Crépieux : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XXVIII, p. 1904.

[6] Pictet : *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXVII, p. 860.

assez aisément ; le groupe AzH, tendant à devenir AzH^2, emprunte un hydrogène aux carbones avec lesquels il est en conduction (carbones ortho et surtout para), et la migration s'effectue d'après le schéma suivant :

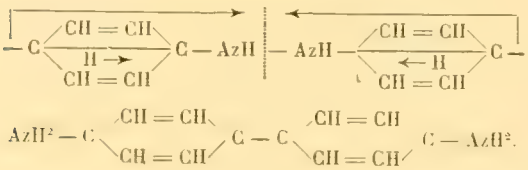


La transposition de la β-phénylhydroxylamine en paraamidophénol est tout à fait analogue :



Il en est de même des transpositions de la phénylnitrosamine en *p*-nitrosoaniline, de la phénylnitramine en *p*-nitraniline, de la phénylhydrazine en paraphénylène-diamine, etc.

La classique *transposition benzidinique*[1] réalise un exemple plus curieux encore de ce genre de réaction, puisque la symétrie des deux groupes aminés entraîne une double transposition :



On voit que, dans ces deux migrations simultanées, les résidus — $C^6H^4.AzH^2$ ont tendance à se réunir entre eux pour former la benzidine $AzH^2.C^6H^4.C^6H^4.AzH^2$. Toutefois, chacun d'eux peut, exceptionnellement, saturer son affinité disponible sur un résidu $H.C^6H^4.AzH$, dont l'hydrogène du noyau n'est pas suffisamment attiré par le groupe AzH, comme cela semble se produire pour l'hydrogène provenant des carbones ortho[2] ; il y a alors, dans ce cas accessoire, formation d'une petite quantité d'*o*-amidodiphénylamine :

$$AzH^2.C^6H^4.AzH.C^6H^5$$

La transposition du parahydrazotoluène (semidinique) fournit un composé de structure analogue et pas de diorthoditoluylène-diamine.

[1] Zinin : *J. pr. Chem.*, t. XXXVI, p. 93. Hofmann : *Jahresberichte* (1863), p. 424.

[2] On peut conclure de ce fait que la conduction des divers atomes ou groupes d'atomes entre les carbones ortho du noyau aromatique est relativement pénible. On a vu d'ailleurs que, dans toutes les migrations de ce groupe, la transposition a le plus souvent lieu en para. La transposition benzidinique en fournit un autre exemple, puisque, parmi les produits accessoires de cette réaction migratrice, on a signalé l'orthoparadiphénylène-diamine (diphényline) et non la diortho-diphénylène-diamine (*Ber. d. d. Chem. G.*, t. XVII, p. 1181).

II. — Migrations carbonées dans les molécules instables.

Le mécanisme des migrations carbonées qui se produisent chez les molécules instables est particulièrement difficile à saisir, puisque l'instabilité de ces molécules rend leur isolement difficile.

Aussi s'explique-t-on qu'on ait pu proposer pour l'interprétation de ces réactions les solutions les plus variées : formation de noyaux carbonés (cyclisation) ou d'oxydes internes qui s'ouvrent ensuite en des points différents, échanges de groupements ou d'atomes précédant l'action chimique du réactif en vue de la faciliter (affinité prédisposante), etc.

Aucune des solutions ainsi proposées n'est basée sur un fait décisif; elles ont, à mon sens, le grave défaut de tendre à interpréter toutes les transpositions par des composés intermédiaires dans lesquels les valences des éléments qui les constituent sont toutes entièrement satisfaites.

J'ai pensé, au contraire, que, dans la plupart des cas, les réactions transpositrices sont des réactions brutales, provoquant, sur un ou plusieurs éléments d'une molécule, un brusque arrachement de certains de leurs substituants, de façon à libérer sur ces éléments des valences qui ne trouvent ensuite à se saturer que par des permutations intramoléculaires.

J'ai été ainsi amené à envisager les diverses sortes de perturbations que de tels arrachements sont susceptibles de provoquer; j'ai pu ainsi distinguer, d'une part, les transpositions où deux valences sont libérées à la fois sur un même élément, d'autre part, les transpositions où deux valences sont libérées en même temps sur deux éléments voisins ou éloignés.

§ 1. — Migrations carbonées par libération de deux valences sur un même élément.

Les migrations carbonées produites par la libération de deux valences sur un même élément peuvent être classées en deux groupes, suivant que cette libération s'effectue sur un atome de carbone ou sur un atome d'azote.

Pour chacun de ces groupes, il y aura lieu d'envisager successivement les divers modes d'élimination binaire qui provoquent cette libération de valences : élimination d'hydracide, élimination d'eau ou encore d'une molécule d'azote.

1. *Deux valences libérées sur un même atome de carbone.* a) *Libération par élimination d'hydracide.* — L'élimination d'une molécule d'hydracide chez les dérivés dihalogénés des carbures styroléniques monosubstitués détermine toujours une transposition qui a pour effet de transformer les

dérivés dissymétriques en composés symétriques :

$$C^6H^5.R\,C:CHX \xrightarrow{-HX} C^6H^5.R\,C:C \rightarrow R.C\vdots C.C^6H^5.$$

C'est ainsi que, sous l'action des alcalis caustiques à température élevée, le diphénylchloroéthylène dissymétrique se transpose en tolane[1]. Il en est de même avec le méthyl-ω-bromostyrolène, dont la transposition en phénylallylène $C^6H^5.C\vdots C.CH^3$ s'effectue non seulement sous l'action brutale des alcalis caustiques à 180-200°, mais encore à la température ordinaire sous l'action régulière du magnésium ou du sodium au sein de l'éther anhydre[2].

L'élimination de deux molécules d'hydracide chez les dérivés *dihalogénés* de même structure conduit à un résultat analogue :

$$C^6H^5(R):CH.CHX^2 \xrightarrow{-2HX} C^6H^5(R):C:C \rightarrow R.C\vdots C.C^6H^5.$$

C'est également ce qui, vraisemblablement, doit se passer avec les dérivés dichlorés des aldéhydes hydratropiques $Ar.CH(CH^3).CHCl^2$, qui se transforment[3] en arylacétones $Ar.CH^2.CO.CH^3$.

Une élimination d'hydracide du même genre s'effectue avec le diphénylchloroéthane dissymétrique[4] :

$$(C^6H^5)^2CH.CH^2Cl \xrightarrow{-HCl} (C^6H^5)^2CH.CH \rightarrow C^6H^5.CH:CH.C^6H^5.$$

Cette réaction est d'autant plus remarquable que le carbone voisin du CH^2Cl possède un hydrogène disponible, si bien que, normalement, on devrait obtenir le diphényléthylène dissymétrique $(C^6H^5)^2C:CH^2$.

Il en est de même avec le bromure de l'alcool pinacolique $(CH^3)^3C.CHBr.CH^3$ qui devrait conduire exclusivement au pseudo-butyléthylène $(CH^3)^3C.CH:CH^2$ et qui cependant fournit en outre le tétraméthyléthylène $(CH^3)^2C:C(CH^3)^2$ (5).

b) *Libération par élimination d'eau* (*migrations rétropinacoliques*). — Lorsqu'on soumet un composé à fonction alcool à l'action d'agents déshydratants capables de lui faire perdre un H^2O par molécule, c'est généralement entre l'oxhydryle de la fonction alcool et l'hydrogène des carbones voisins que s'effectue l'élimination d'eau :

$$R.CH^2.CH^2OH \xrightarrow{-H^2O} R.CH:CH^2$$
$$R.CH^2.CHOH.R' \xrightarrow{-H^2O} R.CH:CH.R'.$$

Or, un tel mécanisme n'est plus possible lorsque les carbones voisins ne possèdent pas d'hydrogène disponible[1]; dans ce cas, l'action des agents déshydratants énergiques semble avoir pour tout premier effet d'éliminer H^2O exclusivement aux dépens de l'oxhydryle et de l'hydrogène qui constituent la fonction alcool :

$$C^6H^5.CHOH.CO^2X \xrightarrow{-H^2O} C^6H^5.C\vdots CO^2X \quad (\mathrm{I}).$$

$$C^6H^5.CHOH.C(CH^3)(CO^2X) \xrightarrow{-H^2O} C^6H^5.C.C(CH^3)(CO^2X) \quad (\mathrm{II}).$$

Il y aurait ainsi libération de deux valences sur le même atome de carbone.

Pour passer à une forme stable définitive, le système intermédiaire serait dès lors astreint soit à se transposer intramoléculairement (II), soit encore, dans le cas où cette transposition n'est pas possible, à se fixer sur une molécule identique, de manière à saturer par juxtaposition les deux valences ainsi libérées (I) :

$$(\mathrm{I}) \quad 2C^6H^5.C.CO^2R \rightarrow (C^6H^5)(RO^2C)C:C(C^6H^5)(CO^2R)$$

$$(\mathrm{II}) \quad C^6H^5.C.C(CH^3)(CO^2X) \rightarrow (C^6H^5)(CO^2X)C:C(CH^3)(CH^3)$$

Lorsqu'elle est possible, la transposition s'effectue par migration d'un des groupes carbonés trisubstituants et création subséquente d'une double liaison ; le carbone trisubstitué devient ainsi bisubstitué, et il y a, par conséquent, transformation en un système moins dissymétrique. En particulier, dans le cas des alcools secondaires, le retour au type symétrique est parfait. Cette transposition est donc exactement l'inverse de la transposition pinacolique, qui, comme on sait, a pour effet de transformer les types symétriques :

$$(R)(R)C\,C(R)(R)$$

en types dissymétriques :

$$R.C.C(R)(R)(R) :$$

c'est pourquoi je propose de donner à ces réactions le nom de *transpositions rétropinacoliques*[3].

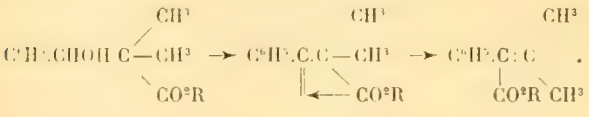
[1] Buttenberg : *Ann. Chem.*, t. CCLXXIX, p. 328, 335.
[2] Tiffeneau : *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXV, p. 1348; *Ann. Chim. Phys.* (8), t. X, p. 170.
[3] Auwers : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XXXIX, p. 3764.
[4] Hepp : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. VI, p. 1439.
[5] Couturier : *Ann. Chim. Phys.* (6), t. XXVI, p. 467. Friedel et Silva : *B. Soc. Chim.* (2), t. XIX, p. 146.

[1] C'est ce qui se produit non seulement quand ces carbones sont tertiaires, comme dans $C^6H^5 — ou dans (RR'R'')C —$, mais encore lorsque ces carbones, bien que munis d'atomes d'hydrogène, sont doués de propriétés électronégatives qui les font résister aux agents déshydratants : tel le CH^3 de l'alcool pinacolique $(CH^3)^3C.CHOH.CH^3$, tel le CH^2 des oxydérivés campholytiques et campholéniques, etc.
[2] En réalité, c'est seulement avec les dérivés halogénés correspondants que cette élimination binaire a été observée.
[3] On rangera évidemment parmi ces transpositions rétro-

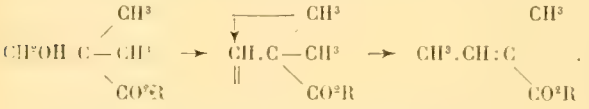
La plus typique de ces réactions nous est offerte par l'alcool pinacolique[1], qui, par déshydratation par l'acide oxalique (Delacre), fournit le tétraméthyléthylène[2].

Cette réaction présente le même caractère de généralité que la transposition pinacolique, dont l'étude sera faite un peu plus loin; en effet, elle a lieu également avec l'alcool benzopinacolique, qui se transforme en tétraphényléthylène[3].

La déshydratation des éthers phényloxypivalïques par P^2O^5 (Blaise et Courtot)[4] donne lieu à une transposition moléculaire analogue, avec cette particularité remarquable qu'elle est due à une migration du carboxyle sous la forme CO^2R[5] :

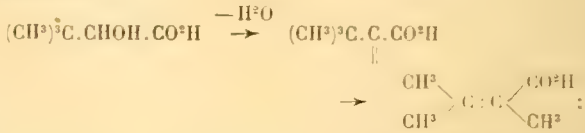


C'est, au contraire, à une migration du méthyle qu'est due la transposition analogue observée avec l'acide oxypivalique (Blaise et Courtot) :

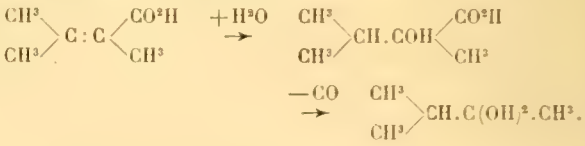


C'est également parmi les transpositions rétropinacoliques que je propose de ranger une réaction déjà ancienne et jusqu'ici inexpliquée, qui consiste dans la transformation de l'acide triméthyllactique $(CH^3)^3C.CHOH.CO^2H$ en diméthylacétone $(CH^3)^2CH.CO.CH^3$, sous l'action des acides dilués[1].

La transposition de l'acide triméthyllactique en acide triméthylacrylique serait analogue aux précédentes :

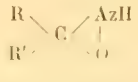


l'on conçoit que, par hydratation et départ de CO, il y ait formation de diméthylacétone :



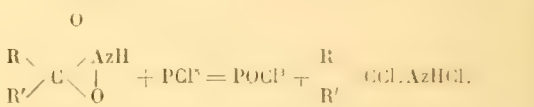
2. *Deux valences libérées sur un même atome d'azote.* — a) *Libération par migration d'hydracide.* — Les migrations moléculaires qui déterminent les classiques transpositions de Beckmann et d'Hofmann répondent, comme les précédentes, à des nécessités immédiates qui semblent causées par la brusque libération de deux éléments monovalents fixés sur un même atome d'azote.

Pour interpréter la réaction de Beckmann[2] d'après ces conceptions, il est nécessaire d'admettre que, sous l'action de PCl^5, les oximes réagissent sous la forme :



en donnant, comme les oxydes d'éthylène, le dérivé dichloré $(RR')CCl.AzHCl$;

$$R.CH-CH^2 + PCl^5 = POCl^3 + R.CHCl.CH^2Cl\,;$$



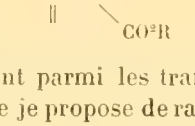
A cette réserve près, l'interprétation de toute la réaction apparaît d'un enchaînement très logique.

Dans ces transpositions, c'est le radical aromatique qui émigre de préférence; toutefois, lorsque les radicaux sont de poids moléculaires voisins ou

---

pinacoliques, les réactions qui, sans provoquer le retour à un type symétrique parfait, réalisent toutefois le passage à un type plus symétrique : tel l'éther oxypivalique de Blaise et Courtot (*B. Soc. Chim.* (3), t. XXXV, p. 589) :

qui devient :



[1] L'alcool pinacolique qui se déshydrate ainsi en tétraméthyléthylène (type symétrique) est issu de la pinacoline (type dissymétrique) et la régénère par oxydation. Certains auteurs (Delacre : *B. Soc. Chim.* (3), t. XXXV, p. 353, 811, 1088) ont été tentés d'en conclure que les dérivés pinacoliques se trouvent placés, comme les composés tautomériques, à une sorte de carrefour et qu'il y a lieu de distinguer pour eux des structures virtuelles ou réelles. Les exemples apportés ici montrent que la structure des dérivés pinacoliques (pinacoline, alcool et chlorure pinacolique) est une et que la transposition observée chez ces composés est absolument constante chez tous les alcools et chlorures trisubstitués de structure analogue.

[2] Klinger et Lonnes : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XXIX, p. 2160, 2152. Werner et Grob : *Id.*, t. XXXVII, p. 2887.

[3] Jacobson et Piepenbrink : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XXVII, p. 2700. Jacobson : *Ann. Chem.*, t. CCCIII, p. 290; *Ch. Zeitung*, t. XVIII, p. 1095.

[4] Blaise et Courtot : *B. Soc. Chim.* 3), t. XXXV, p. 362, 592.

[5] C'est le seul exemple de migration du carboxyle qui soit connu; cette migration a une certaine importance théorique, car elle ruine complètement l'hypothèse de la formation d'un noyau triméthylénique dans les transpositions rétropinacoliques.

[1] Schindler : *Monatsh. Chem.*, t. XIII, p. 1648.

[2] Beckmann : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XX, p. 1508, 2580; t. XXVII, p. 300.

[3] Ce composé chloré a été isolé (Beckmann : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XIX, p. 988); c'est lui qui, décomposé par l'eau, donne naissance à l'amide R.CO.AzHR'.

identiques, on observe des migrations de chacun des radicaux substituants[1].

L'interprétation de la transposition d'Hofmann, d'après les idées précédentes, ne nécessite aucune hypothèse préalable :

$$R.CO.AzH^2 \rightarrow R.CO.AzHBr \xrightarrow{-HBr} R.CO.Az:$$

$$R.CO.Az: \rightarrow CO:AzR \xrightarrow{KOH} CO^3K^2 + AzH^2R$$

Ce mécanisme est précisément celui qu'un chimiste américain a proposé il y a une dizaine d'années[2] et pour la vérification duquel il a amassé depuis cette époque de nombreux et concluants travaux[3].

b) *Libération par élimination de* H^2O *ou de* Az^2. — Dans les cas où la transposition de Beckmann s'effectue par l'action des acides plus ou moins concentrés, la réaction peut s'interpréter, comme précédemment, par la libération de deux valences sur un même atome d'azote. C'est alors l'élimination de H^2O ou de l'acide transitoirement fixés qui détermine cette libération.

M. Montagne[4] a montré que l'hypothèse de la formation intermédiaire d'un noyau azoté doit être écartée puisque, après la migration, les groupes aromatiques sont substitués par les mêmes sommets. Néanmoins, tout récemment encore, Wallach propose cette explication pour les oximes aliphatiques[5].

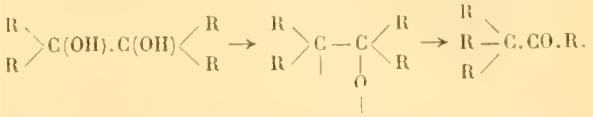
L'élimination de Az^2 chez les diazoïmides $R.CO:Az^2$ provoque, comme dans la transposition d'Hofmann, la formation d'isocyanates ; cette réaction, où l'élimination de Az^2 est tout à fait tangible, justifie pleinement l'interprétation donnée par Stieglitz et confirme absolument notre manière d'envisager le mécanisme général des migrations.

§ 2. — Migrations carbonées par libération de deux valences sur deux éléments voisins ou éloignés.

Il y a lieu d'examiner successivement ces migrations, d'une part, chez les composés où la substitution par des radicaux alcooliques est complète et où, par conséquent, la transformation observée ne peut s'effectuer qu'à condition qu'un de ces radicaux émigre (cas des dérivés tétrasubstitués : migrations nécessaires) ; d'autre part, chez les composés où la substitution par des radicaux alcooliques est imparfaite et où, par conséquent, la transformation observée aurait pu s'effectuer autrement et sans migration (cas des dérivés mono-, di- et trisubstitués : migrations fortuites).

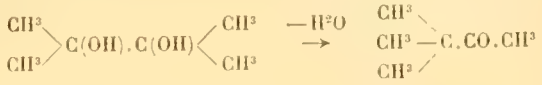
1. *Types tétrasubstitués : migrations nécessaires.* — a) *Transpositions pinacoliques.* — Les transpositions pinacoliques fournissent les exemples les plus remarquables de ces sortes de migrations.

Dans toutes ces réactions, un premier oxhydryle s'élimine à l'état d'H^2O, tandis que l'oxygène du second oxhydryle se transforme en oxygène cétonique :



Etant donnée la structure tétrasubstituée des pinacones, on conçoit que cette transformation ne puisse s'effectuer qu'à la faveur d'une migration de l'un des substituants carbonés. Aussi doit-on considérer ces migrations comme nécessitées par des raisons de structure.

La transformation de la pinacone en pinacoline[1] (Fittig[2]) :



est le type de ces transpositions ; on les a, pour cette raison, désignées sous le nom de pinacoliques.

Ces transpositions présentent un grand caractère de généralité. On a pu les réaliser avec les pinacones les plus diverses : pinacones aliphatiques dissymétriques, telles que le diméthyl-3 : 4-hexadiol-3 : 4 ou éthylméthylcétone-pinacone (Lawrinowitsch)[3], pinacones mixtes arylaliphatiques, telles que l'acétophénone-pinacone (Thörner et Zincke)[4], pinacones aromatiques symétriques, telles que la benzopinacone (Linnemann)[5] et ses homologues : tolyl- et naphtyl-pinacones[6].

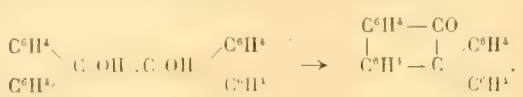
De ces divers exemples, il ressort que les radicaux aromatiques émigrent de préférence aux radicaux aliphatiques ; toutefois, le cas de l'éthylméthylcétone-pinacone de Lawrinowitsch, récemment confirmé par Braun et Kittel[7], semble montrer que les radicaux méthyles émigrent plus facilement que

[1] Layraud : *B. Soc. Chim.* (3), t. XXXV, p. 224.
[2] Stieglitz : *Amer. Ch. J.*, t. XVIII, p. 751.
[3] Id. : *Id.*, t. XXIX, p. 49. Stieglitz et Earle : *Amer. Ch. J.*, t. XXX, p. 399, 412.
[4] Montagne : *Rec. Tr. Ch. Pays-Bas*, t. XXV, p. 376.
[5] Wallach : *Ann. Chem.*, t. CCCXLVI, p. 266.

[1] Ce que nous avons dit plus haut (p. 588) des dérivés pinacoliques en général s'applique *a fortiori* à la pinacoline, puisque aucun dérivé immédiat de celle-ci n'appartient au type symétrique. La pinacoline ne se trouve donc pas placée comme à une sorte de carrefour : elle possède une structure définie et stable, que démontrent surabondamment ses synthèses et ses réactions.
[2] Fittig : *Ann. Chem.*, t. CXIV, p. 56.
[3] Lawrinowitsch : *Ann. Chem.*, t. CLXXXV, p. 124.
[4] Thoerner et Zincke : *Ber. d. d. Chem. Ges.*, t. X, p. 1473
[5] Linnemann : *Ann. Chem.*, t. CXXXIII, p. 28.
[6] Thoerner et Zincke : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. X, p. 1477. Elbs : *J. prakt. Ch.* (2), t. XXXV, p. 505.
[7] Braun et Kittel : *Monatsh. Chem.*, t. XXVII, p. 803.

les autres radicaux aliphatiques à poids moléculaire plus élevé.

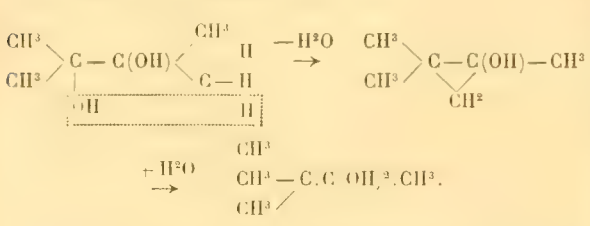
En ce qui concerne la nécessité des transpositions pinacoliques, des exemples très suggestifs nous sont fournis par la fluorénone-pinacone, qui se transforme en biphénylène-phénanthrone [1] :



et par la cyclopentanone-pinacone, qui se transforme en tétraméthylène-1 : 1-cyclohexanone [2].

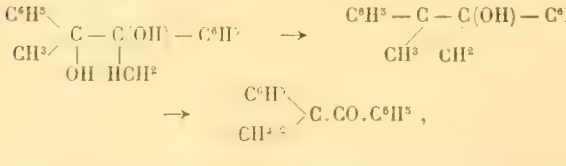
L'interprétation du mécanisme des réactions transpositrices dans la série pinacolique a donné lieu à de nombreuses hypothèses.

Pour Erlenmeyer [3], la migration du méthyle dans la pinacone s'expliquerait par la formation d'un noyau triméthylénique, qui, par fixation d'eau, s'ouvrirait en un point différent de celui où s'est effectuée la fermeture :

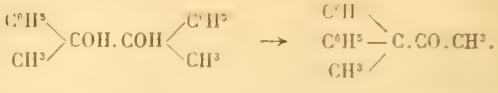


Cette hypothèse doit être définitivement abandonnée; en effet, elle est tout d'abord absolument inapplicable aux pinacones aromatiques, à moins d'admettre la formation d'un noyau tétraméthylénique; or, dans ce cas, l'attache du groupe aromatique migrateur ne se ferait plus par le même sommet, ce qui est contraire aux observations de Montagne [4], confirmées par Acree.

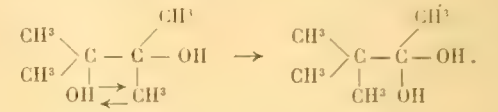
Je ferai observer également que, dans le cas des pinacones mixtes arylaliphatiques, la triméthylénisation ne pourrait déterminer que la migration d'un radical aliphatique (méthyle) :



alors que, en réalité, c'est toujours la migration du radical aromatique qu'on observe (Thörner et Zincke) :



Pour certains auteurs, l'action déshydratante du réactif qui provoque la transposition serait précédée d'un échange (sorte de chassé croisé), qui aurait pour effet de rapprocher les deux oxhydryles sur un même carbone (Lieben, Kondakoff) :



Ce serait ainsi une sorte d'action de contact qui précéderait l'action spécifique du réactif.

Je n'insisterai pas sur tout ce qu'offre de peu vraisemblable cette hypothèse de l'affinité prédisposante, que la Chimie minérale a abandonnée depuis si longtemps; mais je m'étonne qu'elle ait prévalu jusqu'ici, non seulement pour interpréter le mécanisme des transpositions dans la série pinacolique et dans la série du camphre, mais encore pour tenter d'expliquer comment certains glycols peuvent, sous l'action des agents déshydratants, se transformer à la fois en aldéhydes ou cétones correspondantes [1].

Je rappellerai également qu'on a proposé d'expliquer le mécanisme des transpositions pinacoliques par la formation intermédiaire d'oxydes d'éthylène [2]. Or, ces composés sont en général plus stables aux réactifs déshydratants que les glycols correspondants, et il semble bien que, dans les conditions habituelles des transpositions pinacoliques, ce soient, au contraire, les oxydes d'éthylène qui s'hydratent en pinacones.

Il m'a paru, dès lors, nécessaire de revenir, pour l'interprétation de ces phénomènes, à une formule plus simple, qui n'exprimerait rien de plus que

---

[1] Klinger et Lonnes : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XXIX, p. 2154. Werner et Grobe : *Id.*, t. XXXVII, p. 2887.

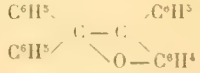
[2] Meiser : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XXXII, p. 2049.

[3] Erlenmeyer : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XIV, p. 322 en note. Nef : *Ann. Chim.*, t. CCCXVIII, p. 37. Couturier : *Ann. Ch. Phys.* (6), t. XXVI, p. 433. Klinger et Lonnes : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XXIX, p. 2158. Zelinsky et Zelikoff : *Id.*, t. XXXIV, p. 3249.

[4] Montagne : *Rec. Tr. Chim. Pays-Bas*, t. XXIV, p. 105; t. XXV, p. 379, 411.

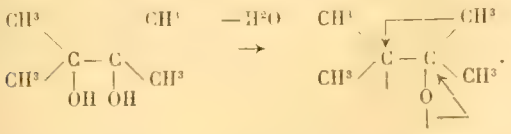
[1] Lieben (*Monatsch. Chem.*, t. XXIII, p. 60) et Kondakoff (*Chem. Centr.*, (1899), t. II, p. 1120) admettent que l'action des agents déshydratants sur le propylglycol a pour premier effet, par simple contact, de provoquer l'échange suivant :

[2] Krassouski : *Loco citato*. Nef : *Ann. Chem.*, t. CCCXXXV, p. 245. Acree : *Amer. Ch. J.*, t. XXXIII, p. 180. Wertheimer (*Monatsh. Chem.*, t. XXVI, p. 1533) admet pour la benzopinacoline la formule oxydique :

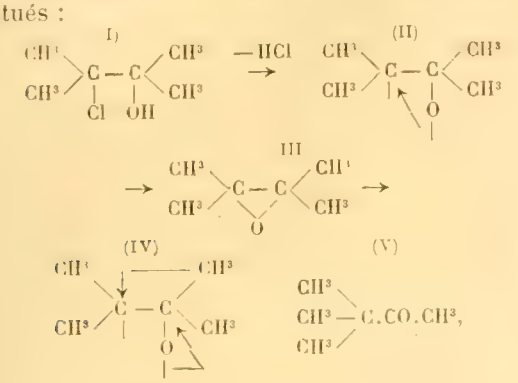


parce que l'oxydation chromique donne de l'acide benzoïque et du triphénylcarbinol; or, cette réaction confirme tout à fait la formule cétonique $(C^6H^5)^3C.CO.C^6H^5$.

l'état de la molécule[1] au moment précis de l'arrachement de H^2O :



Si l'on compare cette formule de structure incomplète avec celles qui représentent la formation et l'isomérisation des oxydes d'éthylène tétrasubstitués :



on voit qu'il y a analogie parfaite entre la formule (IV) et celle que j'ai proposée pour la transposition pinacolique ; il semble donc qu'il y ait là une justification suffisante de cette interprétation.

La formule ainsi proposée représente donc très schématiquement comment l'atome d'oxygène peut, sous des influences spéciales, s'orienter dans un sens déterminé avec migration, alors que, sous des conditions moins favorables, l'orientation de cet atome d'oxygène se produirait en sens inverse sans migration.

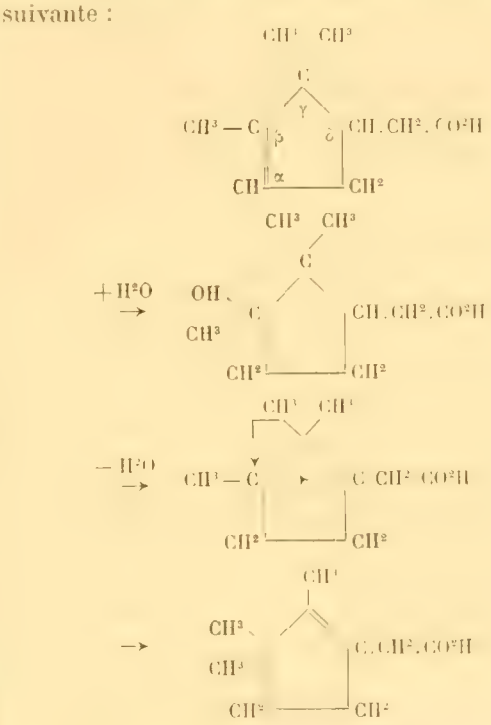
b) *Transpositions dans la série du camphre.* — Au groupe des transpositions de la série pinacolique (dérivés à deux carbones tétrasubstitués), on peut rattacher les transpositions des dérivés à trois carbones tétrasubstitués de la série du camphre.

Les unes et les autres présentent, en effet, cette particularité que les migrations y sont rendues nécessaires par la structure tétrasubstituée des carbones en jeu. Elles diffèrent cependant par la nature des composés initiaux : glycols dans la série pinacolique et alcools tertiaires[2] dans la série du camphre. Toutefois, pour les uns comme pour les autres, il s'agit identiquement de l'élimination d'une molécule d'eau, élimination qui ne peut s'effectuer qu'à la faveur de migrations moléculaires.

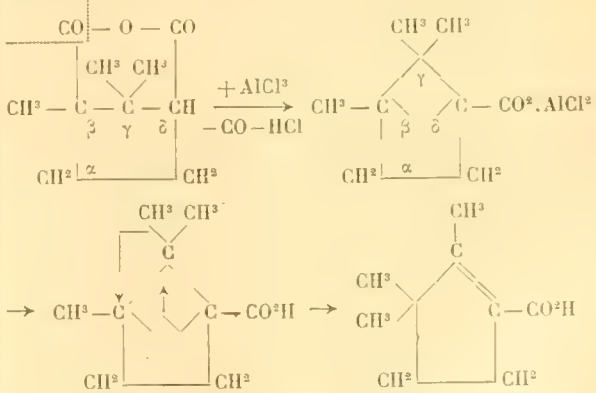
Aussi longtemps que ces transpositions demeurèrent insoupçonnées ou inexactement interprétées, la question de la structure des dérivés de la série du camphre est restée obscure. Mais, depuis que, dans un remarquable travail[1], M. Blanc en a montré la cause réelle dans la migration d'un des groupes méthyles, cette question paraît définitivement éclaircie.

Toutefois, tandis que cet auteur admet encore que la migration précède la déshydratation de l'oxhydryle intermédiairement formé, j'estime, au contraire, que cette déshydratation — qui ne peut s'effectuer que dans un seul sens — précède et provoque la migration du méthyle.

Le mécanisme de la transposition des dérivés campholéniques peut être interprété de la façon suivante :



On peut représenter de même la transformation de l'anhydride camphorique en acide isolauronolique (Blanc)[2] :



[1] Tiffeneau : *Ann. Ch. Phys.* (8), t. X, p. 330.

[2] En réalité, dans les transpositions de la série du camphre, les composés initiaux sont toujours des dérivés non saturés ; mais l'on admet généralement qu'ils fixent H^2O, créant ainsi une fonction *alcool tertiaire*, qui ne peut se déshydrater ensuite que dans un sens différent de celui de l'hydratation.

[1] Blanc : *B. Soc. Chim.* (3), t. XXV, p. 73.

[2] Blanc : *Id.* (3), t. XV, p. 1191 ; t. XIX, p. 533, 699.

On voit, par ces divers exemples, que, dans la série des dérivés du camphre, l'élimination de H^2O ou de HCl ne peut s'effectuer avec les CH^2 voisins, mais seulement avec les carbones tertiaires, c'est-à-dire avec les carbones les plus substitués; c'est donc avec l'hydrogène du carbone δ que doit se produire cette élimination; or, elle n'est possible qu'à la condition qu'un des méthyles placé sur le carbone γ émigre vers le carbone β; une telle migration apparaît donc nettement comme nécessitée par la structure tétrasubstituée des trois atomes de carbone intéressés par ces réactions.

2. *Types mono-, di- et trisubstitués : migrations qui ne sont pas nécessitées par des raisons de structure.* — Ces migrations sont incontestablement les plus curieuses et les plus troublantes, puisque les nécessités qui les provoquent n'apparaissent pas comme évidentes.

Nous en trouvons un premier exemple tout à fait remarquable dans une réaction transpositrice signalée par Auwers[1].

En condensant le chloroforme avec une solution alcaline de para-crésol, cet auteur a obtenu un composé dont il a très habilement déterminé la nature semiquinonique :

$$CH^3.C^6H^4OH \xrightarrow{+\,CHCl^3} \begin{matrix} CHCl^2 \\ CH^3 \end{matrix} > C^6H^4 : O.$$

Ce composé réagit par sa fonction cétonique sur les dérivés organomagnésiens pour donner les alcools tertiaires correspondants :

$$\begin{matrix} CHCl^2 \\ CH^3 \end{matrix} > C < \begin{matrix} CH = CH \\ CH = CH \end{matrix} > CO \ (1)$$

$$\rightarrow \begin{matrix} CHCl^2 \\ CH^3 \end{matrix} > C < \begin{matrix} CH = CH \\ CH = CH \end{matrix} > \overset{\alpha}{C}(OH) - \overset{\beta}{CH^2} - R.$$

Or, lorsqu'on fait perdre H^2O à ces alcools, le groupe $CHCl^2$ vient émigrer non pas sur le carbone α, où l'oxhydryle éliminé était primitivement fixé, ce qui exclut l'hypothèse d'un échange précédant la déshydratation, mais bien sur le carbone β de la chaîne latérale; il s'ensuit donc que l'élimination d'eau a eu lieu entre les carbones α et β, créant ainsi un système instable[2], où la saturation des valences libérées s'effectue par migration du groupe $CHCl^2$ et par retour au type benzénique :

$$\begin{matrix} CHCl^2 \\ CH^3 \end{matrix} > C < \begin{matrix} CH = CH \\ CH \end{matrix} > \begin{matrix} | \\ C - CH - R \\ CH \end{matrix}$$

$$\rightarrow CH^3 - C < \begin{matrix} CH = CH \\ CH = CH \end{matrix} > C - CH < \begin{matrix} CHCl^2 \\ R \end{matrix}.$$

Les dérivés semiquinoniques d'Auwers donnent également lieu à une autre transposition du même ordre; quand on soumet le composé (1) à l'action de PCl^5, on obtient, après décomposition par l'eau, le parachloro-orthotoluylaldéhyde; c'est ici le méthyle qui a émigré et non le groupe $CHCl^2$.

Toutefois la structure quinonique des composés d'Auwers est d'une nature trop particulière pour qu'il soit possible, en ce qui concerne les transpositions moléculaires, d'en tirer dès maintenant des conclusions générales.

Autrement importante est, à ce point de vue, l'étude des transpositions phényliques qu'on observe chez divers glycols[1] ou halohydrines[2] aromatiques au cours de leur transformation en aldéhydes ou en cétones.

On sait qu'en enlevant dans certaines conditions une molécule d'eau aux α-glycols, ou une molécule d'hydracide aux halohydrines correspondantes, on transforme ces composés en aldéhydes ou en cétones :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} > COH.CH^2Cl \xrightarrow{-HCl} \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} > CH.CHO \quad (^3)$$

$$CH^2I.CHI.CH^2OH \xrightarrow{-HI} CH^2I.CH^2.CHO \quad (^4)$$

Or, tandis qu'avec les composés aliphatiques ces transformations s'effectuent sans transposition moléculaire, il n'en est plus de même en série aromatique, où ces transformations s'accompagnent très souvent de migrations caractéristiques.

Je suis parvenu à démontrer que toutes les transpositions observées chez les α-glycols et halohydrines aromatiques sont dues aux migrations des radicaux aromatiques (phényle et homologues); je les ai, pour cette raison, désignées sous le nom de *migrations phényliques*[5].

Pour que ces migrations se produisent, il est indispensable que le composé initial : glycol ou halohydrine, possède un oxhydryle au voisinage du radical aromatique migrateur et que cet oxhydryle ne soit pas éliminé au cours de la réaction.

Chez les *halohydrines*, cette condition est fréquem-

[1] Auwers : *Ber. d. d. Ch. Ges.*, t. XXXVI, p. 1861, 3902; t. XXXVIII, p. 1697.

[2] Le composé instable résultant de cette déshydratation a été tout récemment isolé par M. Auwers (*Ann. Chem.*, t. CCCLII, p. 219-272); c'est précisément, comme je l'avais prévu, le produit de l'élimination de H^2O entre les carbones α et β; de sorte que la transposition n'est due ni à un échange préalable, ni encore moins à une série de plusieurs triméthylénisations.

[1] Breuer et Zincke : *Ann. Chem.*, t. CXCVIII, p. 182. Tiffeneau et Dorlencourt : *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLIII, p. 126, 651.

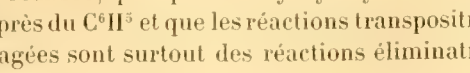
[2] Bougault : *Ann. Chim. Phys.* (7), t. XXV, p. 483, 574. Behal et Tiffeneau : *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXII, p. 561. Tiffeneau : *B. Soc. Chim.* (3), t. XXV, p. 276; t. XXVII, p. 291. *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXIV, p. 845.

[3] Krassouski : *J. russ. phys. Chim.*, t. XXXII, p. 85. *B. Soc. Chim.* (3), t. XXIV, p. 873.

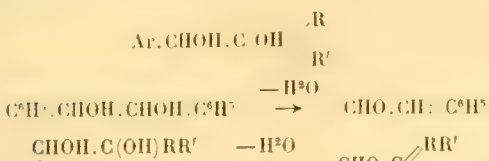
[4] Charon et Paix-Séailles : *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXX, p. 1407.

[5] Tiffeneau : *C. R. Ac. Sc.*, t. CXXXIV, p. 1505; t. CXXXVII, p. 989.

ment réalisée, puisque l'oxhydryle y est souvent fixé[1] près du C^6H^5 et que les réactions transpositrices envisagées sont surtout des réactions éliminatrices d'hydracide :



Chez les glycols, cette condition n'est réalisée que dans le cas de l'hydrobenzoïne ou des glycols trisubstitués de formule[2] :

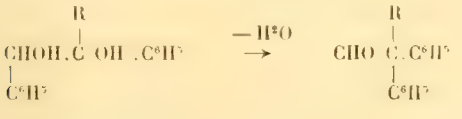


Pour tous les autres glycols, l'élimination d'eau se produisant toujours aux dépens de l'oxhydryle voisin du groupe aromatique, la migration ne saurait avoir lieu.

Bien plus, comme, chez les *halohydrines*, les réactions transpositrices sont provoquées, ainsi que nous venons de le dire, par le départ d'hydracide sans qu'intervienne la nature secondaire ou tertiaire de l'oxhydryle, on conçoit que ces réactions transpositrices conduisent à des *aldéhydes* lorsque l'oxhydryle est secondaire :

et à des *cétones* quand l'oxhydryle est tertiaire :

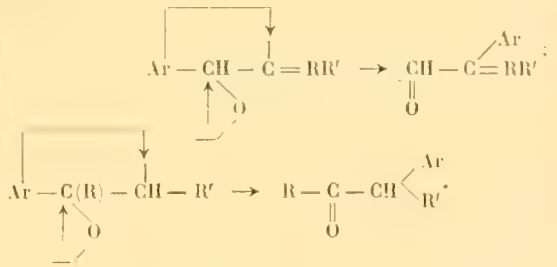
Chez les *glycols*, au contraire, où l'oxhydryle tertiaire ne saurait jamais être plus résistant qu'un oxhydryle secondaire, c'est toujours au voisinage de ce dernier que se produit la migration phénylique; il en résulte que les réactions transpositrices observées chez les glycols ne peuvent conduire qu'à des aldéhydes :



Il est incontestable qu'on se trouve ici en présence d'un groupe très homogène de transpositions moléculaires, dues à des migrations exclusivement aromatiques (phényliques), alors que, dans la plupart des autres transpositions, tous les radicaux paraissent indistinctement susceptibles d'émigrer.

Ces migrations ne sont donc pas, comme les migrations pinacoliques, nécessitées par des raisons de structure; elles se produisent, cependant, d'une façon invariable pour des conditions de structure bien déterminées, que j'ai pu, en quelque sorte, codifier de la façon suivante : tous les α-glycols et α-halohydrines aromatiques qui, au cours de leur transformation en aldéhydes ou cétones, conservent leur oxygène oxhydrylique au voisinage du radical aromatique, donnent lieu à des phénomènes de transposition moléculaire, dus à la migration de ce radical.

J'ai tenté d'esquisser le mécanisme de ces transpositions au moyen de schémas intermédiaires, qui, non seulement expriment aux dépens de quels éléments s'est produite l'élimination d'eau ou d'hydracide, mais encore qui représentent d'une façon très suffisante comment s'effectue l'échange des affinités au cours de la réaction. Les formules suivantes rendent très exactement compte, en effet, du passage aux aldéhydes et cétones correspondantes :



On voit que les schémas proposés suffisent à représenter une de ces réactions, sans permettre toutefois d'en expliquer la nécessité.

Ainsi, à côté des nombreuses transpositions moléculaires que nous avons étudiées plus haut et qui sont rendues nécessaires par certaines conditions de structure, il en est d'autres qui échappent à toute nécessité de cet ordre, bien que les migrations ne s'y produisent que pour des particularités de structure bien déterminées.

Toutefois, comme il n'est pas de réaction chimique qui n'obéisse à des nécessités immédiates, on est conduit à conclure qu'en dehors des nécessités de structure que nous concevons aisément, il est des nécessités dynamiques dont la conception nous échappe encore.

III. — Conclusions.

Telles sont, rapidement exposées, les principales transpositions de structure en Chimie organique.

Parce que méthodique, l'exposé sommaire qui vient d'en être fait suffira, je l'espère, à donner une idée d'ensemble de ces phénomènes; c'est spécia-

[1] Lorsque les carbures styroléniques additionnent ClOH ou IOH, l'oxhydryle se fixe en général sur le carbone voisin du C^6H^5.

[2] Tiffeneau : *C. R. Ac. Sc.*, t. CXLIII, p. 684. *Ann. Chim. Phys.* (8), t. X, p. 372, 378.

lement le point de vue mécanisme qui a été envisagé ici, et j'y ai trouvé des éléments suffisants pour procéder à un classement régulier des nombreux faits connus, classement qui jusqu'ici n'avait pas encore été tenté.

Dans un premier groupe (*migrations chez les molécules stables*), j'ai réuni tous les cas où la réaction transpositrice s'effectue sans aucun phénomène d'addition ou d'élimination, et conduit, par conséquent, à un corps de même composition centésimale que le produit initial[1] ; nous avons vu que le mécanisme des transpositions de ce groupe est d'une interprétation relativement aisée, puisque la rupture d'équilibre qui précède la migration ne peut être produite qu'aux deux points intéressés par cette migration ; au surplus, on ne peut songer en aucun cas à adopter pour ces réactions la formation de systèmes intermédiaires cycliques.

Dans un second groupe (*migrations chez les molécules instables*), j'ai rassemblé tous les cas où la réaction transpositrice est provoquée par l'élimination de divers groupes binaires, tels que H^2O, $HCl, MgCl^2$, ou même de certains éléments, tels que Az^2. Cette élimination a pu être schématisée au moyen de systèmes intermédiaires offrant la même composition centésimale que le produit final.

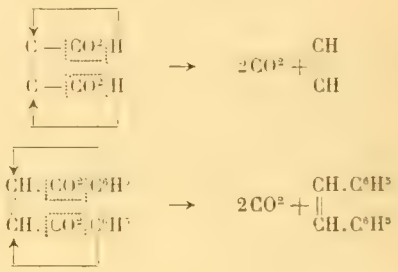
Pour la plupart des transpositions de ce groupe, on admet cependant encore aujourd'hui que c'est tout au début de la réaction qu'a lieu la migration ; celle-ci consisterait en un simple échange entre le radical migrateur et le groupe éliminé ultérieurement et serait provoquée par une sorte d'action de contact précédant l'action spécifique du réactif (affinité prédisposante). Il m'a paru, pour le moins, inutile d'attribuer aux réactifs transpositeurs de telles actions de contact.

J'ai pensé que, dans toutes les transpositions moléculaires, la migration devait être postérieure à l'action propre du réactif. A la notion de composés intermédiaires saturés, consécutifs à la migration, j'ai donc substitué la notion de systèmes intermédiaires non saturés et déterminant la migration.

Toute réaction transpositrice comprendrait ainsi deux phases[2] : une phase de désorganisation ou de désaturation, provoquée par les agents chimiques ou physiques, et une phase de réorganisation, au cours de laquelle se produirait la transposition moléculaire.

S'il ne paraît pas impossible de fixer le mécanisme rationnel de la première phase, voire même de chercher, comme je l'ai fait, à schématiser la transformation par des structures intermédiaires, il m'a semblé, au contraire, tout à fait téméraire de songer, pour le moment, à figurer le mécanisme de la seconde phase, c'est-à-dire de la phase migratrice proprement dite.

Bien qu'il ne semble pas douteux que le radical migrateur ne rompe complètement sa liaison avec l'élément sur lequel il était initialement fixé, ce fait n'est toutefois pas aussi indiscutablement établi que dans les exemples suivants, où le chaînon carboné qui sert de lien est lui-même séparé de la molécule :



Or, dans ces deux exemples, la formation d'hydrogène libre dans l'un ou de diphényle dans l'autre n'a jamais été observée.

Il en est de même de toutes les réactions transpositrices, où le doublement du radical migrateur n'a jamais été signalé.

D'ailleurs, pour interpréter ces phénomènes, il suffirait d'admettre qu'au fur et à mesure que décroît l'affinité du radical migrateur pour son point d'attache initial, son affinité pour un nouveau point d'attache croît proportionnellement.

On se trouverait dès lors, pour cette seconde phase, en regard d'un des problèmes les plus simples et les plus troublants de l'affinité chimique, mais dont l'interprétation ne saurait cependant modifier en rien les conceptions que nous avons exposées ici sur les transpositions moléculaires[1].

M. Tiffeneau,
Docteur ès sciences.

[1] Ce produit initial étant stable dans les conditions ordinaires de température et de pression, on a pu désigner les migrations de ce groupe : migrations chez les composés stables.

[2] Bien que l'une de ces phases provoque l'autre et, par conséquent, la précède, il semble très vraisemblable, comme nous l'avons fait remarquer dès le début, que ces deux phases se déroulent simultanément.

[1] Conférence faite au laboratoire de Chimie organique de M. le professeur Haller à la Sorbonne.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Simon (Max). — **Uber die Entwicklung der Elementar-Geometrie im XIX^en Jahrhundert** (Sur le développement de la Géométrie élémentaire au XIXe siècle). — 1 *vol. in*-8° *de* VIII-278 *pages avec* 28 *fig.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Teubner, éditeur. Leipzig*, 1907.

Ce savant ouvrage est une bibliographie analytique des principaux travaux sur la Géométrie élémentaire qu'a vus éclore le XIXe siècle. En tête de chaque chapitre, se trouve un court résumé qui rappelle les acquisitions faites dans ce domaine spécial au cours des cent dernières années; vient ensuite la bibliographie complète du sujet. On comprend qu'une telle œuvre se prête mal à un compte rendu. Disons seulement ce qu'on y rencontre.

La première partie se rapporte aux *généralités* philosophiques, historiques et méthodologiques de la Géométrie élémentaire. Un exemple suffira à montrer combien l'énumération des travaux est complète. Ainsi, dans l'alinéa relatif à l'historiographie, on trouve mentionnés jusqu'aux mémoires japonais, entre autres ceux du professeur Fujisawa, auteur de manuels classiques dans l'Empire du Mikado.

Le reste du volume traite des *questions particulières* dont l'ensemble constitue la Géométrie élémentaire actuelle. Citons parmi les plus importantes questions inventoriées : la théorie des parallèles, la quadrature du cercle, la géométrie de position, la théorie des transversales, la géométrie du triangle, la stéréométrie, la trigonométrie rectiligne et sphérique et leurs multiples applications.

En résumé, le livre érudit de M. Max Simon est un excellent instrument de travail, qui rendra de grands services.

Jacques Boyer.

Maillet (Edmond), *Ingénieur des Ponts et Chaussées, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique.* — **Introduction à la Théorie des nombres transcendants et des propriétés arithmétiques des fonctions.** — 1 *vol. in*-8°. (*Prix* : 12 *fr.*) *Gauthier-Villars. Paris*, 1907.

Ainsi qu'il l'indique lui-même dans sa préface, M. Maillet s'est proposé d'exposer aussi simplement que possible, soit certains résultats connus, soit des résultats nouveaux relatifs à la théorie des nombres *transcendants*, c'est-à-dire des nombres qui ne sont racines d'aucune équation algébrique à coefficients entiers. Son livre, très documenté, riche en résultats nouveaux dus à l'auteur, est en même temps très suggestif, par les nombreux sujets de recherches qui y sont indiqués. Une bibliographie très complète termine le volume, et facilitera encore aux travailleurs l'étude de ces difficiles, questions que M. Maillet a su rendre abordables, même à ceux qui ne possèdent que des connaissances générales de Mathématiques supérieures.

Voici, d'après M. Maillet lui-même, une brève analyse de l'ouvrage :

Chap. I : Théorie des fractions continues, considérées spécialement comme moyen d'approximation. Ce sujet, autrefois classique, a disparu des programmes d'enseignement.

Chap. II : Théorème fondamental de Liouville, exprimant une condition *suffisante* pour qu'un nombre N soit transcendant; il suffit qu'il soit la limite d'une suite $\frac{p_i}{q_i}$ de fractions rationnelles à dénominateurs entiers croissants à l'infini, et qui sont telles qu'à chaque nombre positif α correspond une infinité de valeurs de n pour lesquelles on a :

$$\left|N - \frac{p_n}{q_n}\right| \leqslant q_n^{-\alpha}.$$

Chap. III : Propriétés arithmétiques des nombres précédents, dits de *Liouville*; leur classement par catégorie de nombres fournissant, par les opérations rationnelles élémentaires, d'autres nombres de même catégorie.

Chap. IV : Les nombres transcendants considérés d'une infinité de manières comme racines d'une fonction $f(x)$, qui est une série ou une fraction continue à coefficients rationnels.

Chap. V : Les fonctions $f(x)$ *génératrices* de nombres transcendants, c'est-à-dire telles que la valeur $f(x)$ soit transcendante dès que x est rationnel ou algébrique.

Chap. VI : Sur la classification des nombres irrationnels ou transcendants; moyens de reconnaître, par la théorie des fractions continues, certaines catégories de nombres; reconnaître ainsi, par exemple, que le nombre e n'est pas un nombre de Liouville.

Chap. VII : Etude des fonctions décimales et continues quasi-périodiques.

Chap. VIII : Quelques propriétés des racines des équations transcendantes.

Chap. IX : Démonstration de la transcendance des nombres e et π : pour e, la méthode employée est celle du cours lithographié de M. Jordan à l'Ecole Polytechnique; pour le nombre π, c'est celle de M. Hilbert; M. Maillet en déduit l'impossibilité de la quadrature du cercle, en précisant bien ce qu'on doit entendre par là.

Chap. X à XII : Extension aux séries à coefficients rationnels de plusieurs propriétés des polynômes à coefficients rationnels, par exemple au point de vue des fonctions symétriques ou de la réductibilité. Ces chapitres renferment de nombreux sujets de recherches qu'indique l'auteur.

Enfin, quatre notes, dont une consacrée à la bibliographie, complètent cet important ouvrage.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée
et à l'Ecole des Sciences de Rouen.

2° Sciences physiques

Brillouin (Marcel), *Professeur au Collège de France.* — **Leçons sur la Viscosité des liquides et des gaz.** 1re *partie* : **Généralités, viscosité des liquides.** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 228 *pages avec* 65 *figures.* (*Prix* : 9 *fr.*) *Gauthier-Villars. Paris*, 1907.

M. Brillouin a réuni dans cet ouvrage la matière de deux années d'enseignement au Collège de France; ce premier volume, qui vient de paraître, ne traite que des liquides, l'étude des gaz et des caractères généraux des théories moléculaires étant réservée pour le second volume.

C'est l'expérience qui constitue nécessairement le point de départ de la théorie; les travaux de Coulomb ont rendu possible l'application des principes de la Dynamique. Les grandeurs qui caractérisent la viscosité ont été distinguées de l'inertie, et l'on a pu écrire les équations du mouvement des fluides visqueux et les intégrer pour un certain nombre de cas. Ces questions font l'objet du livre I. Le livre II débute par la description des expériences célèbres de Poiseuille sur l'eau; l'auteur aborde ensuite celles qui ont été faites sur le mercure et sur les liquides organiques, et il en déve-

loppe les conclusions. Le dernier livre est consacré aux expériences de Hagen, Reynolds et Couette sur le passage du régime lent au régime rapide ou hydraulique.

La viscosité des fluides est le plus simple des phénomènes irréversibles, et elle est par cela même très intéressante; le savant professeur du Collège de France en a établi la théorie avec une remarquable limpidité, et les lecteurs de cette belle étude formeront avec nous le vœu de voir paraître bientôt le second volume.

Aimé Witz,
Doyen de la Faculté libre des Sciences de Lille,
Correspondant de l'Institut.

Lindet (L.), *Docteur ès Sciences, Professeur à l'Institut Agronomique.* — **Le lait, la crème, le beurre et les fromages.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 347 *pages.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1907.

Sous ce titre, M. L. Lindet vient de publier un fort bel ouvrage qui sera bien accueilli, parce qu'il renferme une quantité de documents utiles et qu'en outre il vient à l'heure opportune.

Dans les nombreux traités de Laiterie existants, les auteurs se sont tout naturellement préoccupés d'abord des questions industrielles, sans insister beaucoup sur le côté théorique des questions et les analyses des produits.

Il y avait là véritablement une lacune grave : un ouvrage scientifique manquait et était désiré; c'est cet ouvrage utile que nous présente aujourd'hui le savant professeur de l'Institut Agronomique. M. Lindet a réuni et exposé, dans un style clair et précis, dans un ordre bien méthodique, les études les plus récentes sur la composition du lait et des produits qui en dérivent, sur les phénomènes d'ordre microbiologique dont ces produits sont le siège et dont les effets sont si variés, et enfin les recherches modernes sur les procédés propres à découvrir des altérations ou à déceler des fraudes.

Dans la Laiterie, qui est une des plus captivantes industries de fermentations, toutes les questions sont nouvelles, quelquefois même à peine posées ou vaguement entrevues, et cependant l'on est bien d'accord pour penser que, dans cette industrie si délicate, les progrès ne peuvent être réalisés qu'en appliquant judicieusement les doctrines et les méthodes scientifiques.

Nous trouvons pour nous satisfaire, dans le livre de M. Lindet, tous les détails sur les méthodes d'analyses du lait les plus récentes et les plus exactes, sur les falsifications et les altérations; puis, la matière première une fois définie et connue, l'auteur aborde l'étude des fabrications dérivées. On lit avec beaucoup d'intérêt, je dirai presque de plaisir, les chapitres si bien traités de la maturation de la crème, des altérations et analyses du beurre en vue de la recherche des fraudes par la margarine. Ce dernier chapitre est très complet; il sera étudié par les chimistes de profession avec beaucoup de profit.

Enfin, nous arrivons à la fromagerie, à cette industrie restée pendant si longtemps profondément routinière. Aujourd'hui, on ne fabrique plus les fromages comme on traite une plaque de blindage ou des rails d'acier, ainsi que le disait le grand maître Duclaux lorsqu'il parlait de certaines fabrications arriérées.

La question de la maturation des fromages sous l'influence des micro-organismes, les modifications que subit le caillé ont fait l'objet de nombreuses études, et l'on commence à débrouiller quelque peu cette question difficile et complexe.

M. Lindet expose, dans ce chapitre, l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet dans une doctrine bien étayée de bonnes preuves solides, car elle résulte en grande partie des travaux personnels de l'auteur.

Souhaitons, dans l'intérêt de notre industrie de Laiterie française, le meilleur accueil au premier livre de Laiterie scientifique.

R. Lezé,
Ingénieur des Arts et Manufactures,
Professeur à l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon.

Bulletin scientifique et industriel de la maison Roure-Bertrand fils, de Grasse. — *Hérissey et fils, éditeurs. Evreux.*

Intéressante tentative en vue de tenir l'industrie de la parfumerie au courant des progrès de la science et de lui permettre de profiter de tous les travaux et découvertes des chimistes. Il serait à souhaiter que cet exemple fût suivi.

3° Sciences naturelles

Richer (Dr Paul), *Membre de l'Institut et de l'Académie de Médecine, Professeur à l'Ecole nationale des Beaux-Arts.* — **Nouvelle Anatomie artistique. Cours pratique et élémentaire.** — 1 *vol. in-8 de* 177 *pages, illustré de nombreuses figures.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Plon, éditeur. Paris*, 1907.

L'enseignement de l'Anatomie aux artistes a subi, dans ces dernières années, une transformation inattendue, qui ne peut manquer de produire d'excellents résultats. Et non seulement peintres et sculpteurs sont appelés à en bénéficier, mais les médecins aussi y trouveront d'utiles avantages.

Il n'y a pas encore bien longtemps, l'enseignement de l'Anatomie à l'Ecole des Beaux-Arts se bornait à des notions d'ostéologie et de myologie descriptive. On exhibait aux élèves un squelette tant bien que mal ajusté, ainsi qu'un légendaire cadavre dont les muscles desséchés revêtaient les formes les plus fantaisistes. Ce spectacle macabre ne rendait guère compte des rapports qui existent entre le cadavre et le vivant. Ce pouvait être une intéressante étude de nature morte, mais peu profitable pour des peintres ou des sculpteurs appelés à figurer surtout *la vie*.

L'avènement d'une science nouvelle, qui ne date guère que de vingt ans, a permis de réformer complètement l'éducation anatomique des artistes. On peut l'appeler la *science de la forme humaine*, autrement dit la *morphologie*, ou mieux encore, la *science du nu*.

Elle est presque entièrement l'œuvre d'un artiste doublé d'un médecin, qui lui a consacré toute une vie de labeur, M. Paul Richer.

Son premier ouvrage, monumental, paru en 1890, était intitulé : *Anatomie artistique. Description des formes extérieures du corps humain au repos et dans les principaux mouvements.* Cet ouvrage, illustré de plus de 300 figures et d'une centaine de planches dessinées par l'auteur lui-même, ne fut cependant connu au début que d'une élite. Aussi les précieuses notions qu'il contient mirent-elles plusieurs années à se diffuser. Aujourd'hui, heureusement, elles sont devenues classiques.

Pour répondre aux besoins de l'artiste, comme à ceux du médecin, l'Anatomie de Paul Richer établissait des relations « entre les portions profondes et la forme extérieure, entre les notions anatomiques et le nu ». Après avoir étudié en détail l'Anatomie descriptive, l'auteur inaugurait la description des formes extérieures du corps humain. Il enseignait le *nu vivant*.

Les innovations furent nombreuses. Les os, d'abord étudiés isolément, étaient considérés ensuite dans leurs rapports réciproques, et enfin on apprenait à connaître l'ossature de l'être vivant, en passant en revue la morphologie squelettique de chaque grande région.

Dans la myologie, chaque muscle se trouvait décrit avec ses insertions précises, sa forme, son volume; mais aussitôt après venait l'étude du muscle vivant sous la peau vivante.

Enfin, les planches consacrées à la représentation du nu montraient, ou bien le corps tout entier, sous ses diverses faces, ou bien les grands segments du corps dans leurs moindres détails morphologiques, et cela, tantôt dans l'attitude conventionnelle de l'homme au repos, tantôt dans l'exécution des principaux mouvements. Assurément, il n'avait pas été possible de figurer ni de décrire l'infinie variété des attitudes et des gestes

que peut réaliser le corps humain; mais la connaissance d'une série de positions et de mouvements élémentaires suffisait amplement pour enseigner les variations physiologiques du nu.

Bref, l'œuvre de M. Paul Richer mettait désormais l'artiste et le médecin en mesure d'appliquer au vivant les connaissances d'Anatomie descriptive.

Plus tard, M. Paul Richer entreprit de dresser le *canon des proportions du corps humain*. Un livre et une statue furent les fruits de ses observations et de ses recherches. L'un et l'autre s'adressent à la fois aux artistes et aux médecins.

Enfin, nouvelle et importante addition à la connaissance de la forme humaine vivante, la *Physiologie de l'homme en mouvement* eut pour but de décrire et de figurer les modifications des formes extérieures qui résultent des différents états musculaires : contraction, relâchement, distension, au cours des principaux actes de la vie de relation, la station, la marche, la course et les mouvements simples des membres.

Ainsi naquirent *l'Anatomie et la Physiologie des formes*.

Depuis lors, M. Paul Richer, devenu professeur d'Anatomie à l'Ecole des Beaux-Arts, a pu mettre en pratique les notions fournies par la morphologie. Les jeunes artistes en ont rapidement bénéficié.

Actuellement, l'enseignement de l'Anatomie à l'Ecole des Beaux-Arts comporte deux sortes de cours : des cours oraux et des cours pratiques, qui se poursuivent de façon parallèle et se complètent mutuellement.

Les cours pratiques ont comme moyen d'instruction le dessin et comme but la recherche du détail anatomique sur le *modèle vivant*. Ici le scalpel de l'étudiant en médecine est remplacé par le crayon.

Les élèves commencent par dessiner les os isolés sous leurs divers aspects. Puis, lorsqu'ils ont ainsi figuré tous les os d'une partie du corps, d'un membre par exemple, on leur présente un modèle nu, sur lequel on leur apprend à reconnaître comment ces os se révèlent à l'extérieur dans leur forme et dans leur situation exacte. En réalité, c'est par l'étude du modèle vivant qu'ils acquièrent la connaissance du squelette. Et cette leçon de choses répond bien à son but, qui est la connaissance du *squelette en vie*.

De même pour les muscles; ils sont aussi dessinés d'après le modèle : on ne demande pas à l'élève de représenter un muscle plus ou moins schématique, mais bien les muscles mêmes du sujet qui pose devant eux, dans leur forme réelle et vivante, avec leur accent individuel, suivant telle ou telle attitude.

Mais l'étude du squelette et des muscles ne saurait suffire aux artistes. Ils ont à reproduire la forme extérieure du corps humain. Il faut leur enseigner le rôle plastique du tissu graisseux sous-cutané, des vaisseaux et de la peau elle-même avec ses dépendances. De là une étude très détaillée de la forme extérieure, dont les moindres particularités sont, non seulement mises en évidence, mais anatomiquement expliquées.

De la sorte, l'artiste apprend à reconnaître les conditions essentielles d'une bonne conformation, ce qu'Ingres appelait justement la « santé de la forme ».

Dans le cours oral, préparé et facilité par ce cours pratique, le professeur peut aborder des considérations générales, présenter des vues d'ensemble nécessaires à l'intelligence du détail. Lorsqu'il s'agit d'établir des comparaisons entre les innombrables modalités de la plastique humaine, on fait appel aux projections, d'après des photographies des différents types humains, dans leurs différentes attitudes, ou d'après les meilleures œuvres d'art. Mais ici encore, le modèle vivant est toujours présent.

Ainsi, le futur artiste a toujours sous les yeux l'image réelle de la vie qu'il est appelé à reproduire.

C'est pour faciliter encore cet enseignement que M. Paul Richer vient de publier un nouvel ouvrage, qui porte le titre de *Nouvelle Anatomie artistique*.

Il a voulu faire un « Cours pratique et élémentaire d'Anatomie que peintres et sculpteurs pussent utiliser commodément. On peut affirmer qu'il y a réussi.

Les notions élémentaires d'Anatomie descriptive qui s'y trouvent ne prétendent pas rivaliser avec le luxe de renseignements fournis par les traités destinés aux médecins; mais nulle part ne sont mieux exposés ni mieux figurés tous les détails de la morphologie humaine. Outre quelques réductions de sa grande *Anatomie artistique*, M. Paul Richer a publié des planches nouvelles, dans lesquelles à chaque dessin du squelette ou des muscles correspond un dessin de la forme extérieure exactement superposable. Un simple coup d'œil permet de se repérer. La transition se fait sans effort du cadavre au vivant.

« Je voudrais, dit l'auteur, que, lorsque vous vous trouvez en face de la nature vivante, vous n'ayez pas devant vous une énigme plus ou moins obscure, mais comme un livre ouvert, écrit en style clair, avec de beaux caractères bien lisibles et que vous puissiez aisément déchiffrer.

« J'ai cherché à simplifier l'analyse anatomique et je me suis laissé surtout guider, dans l'étude des muscles, par leur action sur la forme extérieure. C'est ainsi que certains muscles, que j'appelle les « muscles de la forme », sont décrits avec détails, qu'ils soient superficiels ou profonds, — car l'on sait que les muscles profonds jouent parfois un rôle important dans la conformation du nu, — pendant que d'autres, au contraire, quoique distincts anatomiquement, sont confondus dans une même description, parce qu'ils n'intéressent pas isolément la forme.

« Ce nouveau manuel est justement fait pour faciliter cette tâche. Aussi est-il accompagné de nombreuses figures dans lesquelles domine la préoccupation constante d'établir le rapprochement entre les parties profondes et le nu, aussi bien pour le squelette que pour les muscles, reproduits plus particulièrement dans la forme même qu'ils ont sur le vivant. »

Le but visé par M. Paul Richer est atteint aujourd'hui. Il enseigne aux artistes une Anatomie vraiment *vivante*.

Mais ce n'est pas aux artistes seulement que la connaissance de la forme humaine est nécessaire. Elle n'est pas moins indispensable aux médecins. Et cependant, telle est encore la vérité d'aujourd'hui : jamais on ne montre à un futur docteur en médecine un homme nu, normal, et de bonne santé. Dès lors, ne lui manquera-t-il pas dans sa pratique, pour faire une observation rigoureuse, de savoir discerner l'exception de la règle, de pouvoir comparer un malade avec un homme bien portant? Celui-ci, il ne l'a jamais vu. Il ne connaît que des cadavres!

Lacune regrettable de l'enseignement médical, que des médecins comme Charcot, des chirurgiens comme Lannelongue, ont maintes fois signalée, ne craignant pas d'avouer franchement qu'ils s'étaient souvent trouvés dans l'embarras, malgré leur parfaite connaissance de l'anatomie cadavérique, en présence des difficultés de la morphologie de l'homme vivant.

L'œuvre de M. Paul Richer, et en particulier sa *Nouvelle anatomie artistique*, comble cette lacune.

En attendant, — ce qui fatalement doit arriver, — que les notions essentielles de morphologie humaine fassent partie intégrante du programme des études médicales, l'étudiant ou le praticien peuvent au moins, s'ils en ont le désir, puiser à des sources sûres les renseignements sur la forme humaine vivante qu'ils eussent cherchés en vain, il n'y a pas seulement vingt années.

Dr Henry Meige.

4° Sciences médicales

Kendirdjy (Dr L.). — **L'Anesthésie chirurgicale par la Stovaïne.** — 1 *vol. in*-12 *de* 203 *pages. Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1907.

Livre intéressant et instructif, par lequel le Dr Kendirdjy fait connaître tout ce qui est relatif à ce nouvel

anesthésique, la stovaïne. Livre utile et venant satisfaire la légitime curiosité du monde médical au sujet de ce médicament, qui, créé de toutes pièces par la Chimie, se trouve être doué des mêmes propriétés analgésiques que la cocaïne, le seul anesthésique local qui, jusqu'à présent, ait été considéré comme vraiment pratique.

En auteur consciencieux, M. L. Kendirdjy établit d'abord nettement la constitution chimique de ce corps, ainsi que les phases successives de sa préparation, qu'ont déterminées les chimistes Billon et Fourneau, inventeurs de la stovaïne. Ces considérations ont l'avantage de mettre en relief la connexion qui peut s'établir entre la Chimie et la Physiologie, cette première science pouvant fournir à la seconde — comme c'est le cas ici — des indications précieuses sur les propriétés physiologiques d'une substance, suivant la nature et la situation de ses groupements fonctionnels.

Passant ensuite aux phénomènes d'ordre purement physiologique et pharmacodynamique, l'auteur expose, d'une façon fort détaillée, les modifications qui surviennent dans l'organisme animal à la suite de l'administration de la stovaïne; pour ce, il s'appuie surtout sur les expériences de Billon, Pouchet et Chevalier. Il serait trop long de les rappeler ici, même brièvement; mais la chose importante, sur laquelle il est nécessaire d'insister, est que la stovaïne, tout en ne présentant qu'une toxicité très réduite, — bien inférieure à celle de la cocaïne, — possède un pouvoir analgésique très manifeste. C'est ce que, du reste, l'étude clinique vient corroborer. Dans ce chapitre, l'auteur étudie les différentes façons d'administrer la stovaïne, les solutions qu'il faut employer, le dosage, l'instrumentation, la qualité de l'anesthésie, puis les techniques spéciales applicables à toute une série d'interventions chirurgicales. Un chapitre spécial est consacré aux avantages et inconvénients de la méthode, à ses indications et contre-indications; l'auteur conclut que les avantages de la stovaïne sont nettement appréciables, en raison même de sa faible toxicité, et l'emportent sur l'anesthésie par la cocaïne, voire même par le chloroforme et l'éther : toutes les fois, dit-il, que cela est possible, il faut, dans l'intérêt du malade, recourir aux injections localisées de stovaïne.

La seconde partie du livre traite la question si importante de la rachi-stovaïnisation ou anesthésie lombaire par la stovaïne. L'auteur y développe longuement, et avec raison d'ailleurs, tous les détails relatifs à la technique de cette méthode; il étudie l'action de la stovaïne sur les racines de la moelle, les accidents qui peuvent survenir au cours de cette intervention, et conclut, en s'appuyant sur les statistiques connues ainsi que sur les siennes, que la rachi-stovaïnisation est très supérieure à la rachi-cocaïnisation, et qu'elle constitue une méthode d'anesthésie précieuse dont la place est marquée entre l'anesthésie générale et l'anesthésie locale.

En résumé, le livre du Dr Kendirdjy met le public médical au courant d'une substance devenue infiniment précieuse pour le chirurgien. Il peut être lu avec autant d'intérêt par le médecin praticien que par le physiologiste et le pharmacologiste.

Dr J. Meurice,
Assistant à l'Université de Gand.

5° Sciences diverses

Waxweiler (Emile), *Professeur à l'Université de Bruxelles.* — **Esquisse d'une Sociologie. Instituts Solvay. Travaux de l'Institut de Sociologie. Notes et mémoires.** *Fasc. 2.* — *1 vol. in-8° de 306 pages.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Misch et Thron, éditeurs. Bruxelles.* 1907.

Un biologiste, qui présente et analyse un ouvrage intitulé « Esquisse de Sociologie », a besoin d'une excuse. Il la trouve dans l'Avant-propos même par lequel le Directeur de l'Institut de Sociologie de Bruxelles explique au public le but et le sens de son travail. Il y a, dit-il, plus de sociologues dans un groupe de personnes cultivées qu'il n'y a de sociologistes dans l'élite des hommes de science. C'est dire que la Sociologie n'avance scientifiquement pas, qu'elle s'obstine à ne pas mûrir, tandis qu'elle est forcée de prendre place cependant dans « la grande mosaïque des connaissance ». D'une part, en effet, la valeur propre de l'individu se double théoriquement et surtout pratiquement plus que jamais de sa valeur sociale. D'autre part, les sciences biologiques, qui, par la solidité de leurs constructions, ont réussi à s'imposer comme les seules sources de l'explication des phénomènes humains, revendiquent comme des leurs l'éthologie, qui est devenue une physiologie externe. Aussi l'auteur croit-il à l'avènement d'une science sociologique nouvelle fondée sur la Biologie. C'est l'esquisse de cette Sociologie scientifique et biologique qu'il présente. Elle n'est qu'un « recueil de problèmes sociologiques, accompagnés de quelques indications pour leurs solutions, en vue de les ramener à un point de vue commun ».

L'ouvrage se divise en deux parties:

Dans la première, intitulée *Sociologie*, M. Waxweiler expose le but de la Sociologie, la place qu'elle doit occuper parmi les sciences biologiques. La Sociologie est une éthologie ; elle est donc la science des rapports de l'être avec son milieu. Mais c'est une éthologie spéciale ; elle envisage spécialement les relations de cet être avec les êtres vivants de la même espèce, sans distinction de sexe. Sa méthode sera celle de l'éthologie et de la biologie en général : « se cramponner à l'individu agissant dans son milieu », ou, comme dit Houssay : « appréhender sensoriellement les phénomènes ».

Dans le deuxième chapitre de cette partie, on prend connaissance du milieu vivant et du milieu social, qui sont le champ de recherches de la Sociologie. On se rend compte de l'interdépendance végétative des êtres organisés, tant animaux que végétaux, manifestée par des phénomènes de prédatisme, de commensalisme, de parasitisme ou de simple groupement. Il y a quelque chose de plus dans le concept de société et dans la Sociologie que cette interdépendance végétative. Il y a une interdépendance individuelle, s'exerçant en vue d'un but commun poursuivi par des individus de même espèce; elle se résume dans la notion de l'affinité spécifique.

L'affinité spécifique est « un aspect particulier de la sensibilité physique de l'être, qui le rend susceptible de répondre, dans des conditions déterminées, aux excitations des autres individus de même espèce » ; elle est « l'expression de la similitude spécifique d'organisation ». Laissant de côté l'affinité sexuelle, qui n'est qu'un cas particulier de l'affinité spécifique, l'interdépendance, l'affinité interindividuelle, élargie et étendue à tous les individus de la même espèce, devient l'affinité sociale, la forme la plus complexe et la plus haute de l'affinité spécifique, l'objet des recherches de la Sociologie. La Sociologie peut ainsi se définir : « la physiologie des phénomènes réactionnels dus aux excitations mutuelles des individus de même espèce sans distinction de sexe ». Parce qu'elle est une science biologique, elle impose au sociologiste « le souci constant du point de vue, des méthodes et des procédés de travail de la Biologie ». Puisque l'essentiel est d'étudier des réactions adaptatives, que la règle soit : « se cramponner à l'individu agissant dans son milieu ».

Dans le chapitre III, l'auteur réclame de la Sociologie, si elle veut être une science précise, une terminologie précise. De là un choix d'expressions empruntées au langage courant, mais dignes de faire partie de la langue sociologique, qui sont rassemblées à la fin du livre dans un curieux lexique sociologique. On a abusé du terme « social » : par exemple, dans les expressions courantes de « réformes sociales », « question sociale », « hygiène sociale ». Les relations des ouvriers entre eux, celles des employeurs et des employés, sont de l'hygiène sociale, mais non la venti-

lation des ateliers, ni l'installation de lavabos. Le mot social doit être réservé pour les actions et réactions réciproques des individus de même espèce sans distinction de sexe. La Sociologie ainsi comprise se divise naturellement en Sociologie animale et Sociologie humaine (l'auteur n'admet pas une Sociologie végétale, à tort sans doute). Les faits de l'une sont comparables à ceux de l'autre ; mais les données de la Sociologie comparée (animale et humaine), utilisées par exemple dans les ouvrages de Houzeau et de Kropotkine, ne doivent être maniées qu'avec une grande prudence par le sociologiste humain. On peut dire cependant que, plus que tout autre être, l'homme est devenu, par le développement du cerveau, par le langage parlé et écrit, « l'animal qui se forme par les autres individus de son espèce », celui « dont l'instinct primaire unique est la tendance à pouvoir apprendre ». Chez l'homme, la sensibilité physique a évolué de telle façon que l'affinité sociale y est une nécessité spécifique. Le primitif (sans localisation géographique) est celui qui est resté à un stade élémentaire du développement de cette sensibilité, de sa potentialité réactionnelle ; le civilisé est celui qui a mis cette potentialité à l'unisson de la variété des excitations ambiantes.

La deuxième partie de l'ouvrage est consacrée à l'Analyse sociologique. L'étude des sources de la méthode est l'objet d'un premier chapitre. Les sources auxquelles peut puiser la Sociologie sont multiples. C'est d'abord l'observation directe ; mais il faudra se méfier des erreurs dues à l'égomorphisme, c'est-à-dire à « l'interprétation des phénomènes par les raisons d'être ou les mobiles qui sont familiers à l'observateur ». C'est l'expérimentation, sur des « tests » appropriés. L'observation indirecte, par le moyen des témoignages, à défaut des vestiges dont dispose l'Embryologie ou la Paléontologie, est une source précieuse, si l'on s'en tient aux documents, aux « tranches de vie », insignifiante si l'on s'adresse aux traités d'histoire. Les procédés statistiques ont le tort de n'être le plus souvent que des résultats, des précipités d'activités et de ne pas nous faire connaître ces activités elles-mêmes. A condition de tenir compte du « toutes choses égales d'ailleurs » des mathématiciens, la méthode de concordance peut être utile. Enfin, la doctrine actuelle, celle que Lyell a inaugurée pour la Géologie, peut s'appliquer à la Sociologie : comme c'est le cas pour l'ouvrage de Frazer, « le Rameau d'or » ; justifiée par ce principe que les mêmes causes produisent les mêmes effets, l'étude des faits actuels peut éclairer toute la Sociologie, et, par exemple, l'évolution sociale de l'Homme se retrouve dans celle de l'enfant qui en est un recommencement.

Le plan d'études sociologiques de M. Waxweiler comprend : la formation sociale de l'individu, les aptitudes sociales, les activités sociales, les synergies sociales.

Les possibilités sociales pendant l'élevage, la plasticité sociale de l'adolescent concourent à la formation sociale de l'individu, assurent à celui-ci toutes les caractéristiques de sa personnalité. A la suite de ce développement social, l'individu est, par rapport à d'autres, en état « synéthique » (συν, avec) ou « allélhique » (αλλος, autre). « L'individu qui réagit synéthiquement avec un autre est celui qui « se retrouve », qui « se reconnaît » par quelque côté dans cet autre ». Telle est l'importante notion de la « synéthise sociale ».

Une aptitude sociale est toute réaction sociale qui ne s'extériorise pas. Chaque individu ne perçoit pas également toutes les différences de ceux qui l'entourent, ne réagit pas à l'égard des autres autant que celui qui réagit le plus, ce qui dépend du degré de développement de la sensibilité physique dans le sens de l'affinité sociale ; c'est là le polymorphisme social. Le reste du chapitre des aptitudes sociales traite de la discrimination sociale, des jugements sociaux, des désirs sociaux, et se termine par la pathologie de l'affinité.

Toutes les activités d'un individu ne sont pas sociales ; il faut, pour qu'elles méritent ce qualificatif, qu'elles déterminent chez les autres une réaction. Toutes ces activités sont classées en : conjonctives, protectrices ou nocives, compétitrices, divulgatrices, grégaires (qui se ressemble s'assemble), répétitrices, initiatrices, acquisitives, sélectives.

L'expression la plus haute des faits sociaux est dans la synergie sociale (*social control* de Ross), qui assujettit les individus à une règle commune. La conformité sociale est, par exemple, l'obligation pour les nouveaux venus de se soumettre à certains usages. La céphalisation sociale est la subordination d'une majorité à une minorité ou à un seul homme. Sous la rubrique de coordination sociale, il faut ranger des faits par lesquels une troupe devient un groupement où tous les individus marchent comme un seul homme, et où se développent les mentalités de chef et de subordonné. La conscience sociale prend naissance dans un pareil groupement (conscience nationale, conscience de classe). Le signe de la conscience sociale, c'est la réaction de l'individu à toute offense faite collectivement au groupe. Dans le cas de la conscience nationale par exemple, les indifférents à la notion de patrie ne se comportent pas conformément à ce que les individus qui les entourent exigent pour les tolérer parmi eux ; ils froissent ainsi la conscience nationale ; le chapitre se termine par la notion de l'organisation sociale.

Dans un aperçu d'ensemble, l'auteur insiste sur plusieurs points importants. L'espèce est, dit-il ; l'organisation sociale est ; mais la personnification de la société est une abstraction, et la société ne peut s'observer, s'étudier que par les individus qui la composent. La sociologie n'a pas de frontières ; prenant son bien où elle se trouve, partout où il y a de la vie sociale, elle empiète nécessairement sur d'autres sciences, mais bien d'autres sciences humaines se rencontrent et se confondent partiellement sans pour cela cesser d'être.

Telle est l'œuvre, considérable et puissamment originale, de M. Waxweiler. Un résumé squelettique, comme celui que nous avons donné, ne peut rendre compte de l'enchaînement parfait des idées, depuis le fait biologique initial qui sert de point de départ, jusqu'aux phénomènes sociologiques si complexes de la coordination et de la conscience sociales. Il faudrait pouvoir éclairer les notions sociologiques par les nombreux et ingénieux exemples qui les illustrent dans ce livre et justifier leur existence par l'abondante documentation que l'auteur a appelée à son aide.

Les critiques que l'on peut formuler ne sont que peu de chose au regard de ces qualités maîtresses. Peut-être la Sociologie, telle que M. Waxweiler nous l'expose, est-elle un peu trop une « interpsychologie » (Tarde), et peut-être tire-t-il la couverture du côté sociologique, lorsque, par exemple, il masque sous le terme nouveau d' « idiotropisme » une personnalité sociale qu'il veut différencier de la personnalité des psychologistes. On pourra penser aussi que, dans son œuvre d'analyse, sociologique l'auteur a dépassé un peu la limite des distinctions nécessaires, et que les catégories d'activités sociales pourraient se ramener à un plus petit nombre. Enfin, le désir d'une terminologie précise, qui affranchisse la Sociologie du langage courant, a amené un certain abus de néologismes. Ils feront moins pour la fondation de la Sociologie scientifique et positive que le précepte qui résume la méthode préconisée : se cramponner à l'individu agissant dans son milieu. Ce sera là, désormais, le mot d'ordre de tous les sociologistes, et l'ouvrage de M. Waxweiler deviendra pour la Sociologie un programme impératif.

A. Prenant,
Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Nancy.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

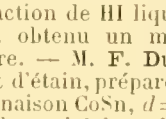
ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 Juin 1907.

M. le Secrétaire perpétuel annonce le décès de **M. Ch. Trépied**, Correspondant pour la Section d'Astronomie, et de **M. A. Crova**, Correspondant pour la Section de Physique.

1° Sciences mathématiques. — **M. F. Riesz** présente ses recherches sur une espèce de Géométrie analytique des systèmes de fonctions sommables. — **M. A. Korn** traite l'équation fonctionnelle de M. Fredholm par les méthodes connues de la Physique mathématique. — **M. M. Fréchet** communique deux résultats nouveaux sur les ensembles de fonctions sommables et de carrés sommables. — **MM. Rambaud** et **Sy** présentent leurs observations des comètes *c* et *d* (1907) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire d'Alger.

2° Sciences physiques. — **M. M. Moulin** a mis en évidence l'existence d'une émission secondaire cathodique des métaux sous l'influence des rayons α; l'ordre de grandeur de e/m pour ces rayons secondaires est de 10^7. — **MM. H. Ollivier** et **P. Sève** ont constaté, par l'étude du rejaillissement, une augmentation de la vitesse de chute des gouttes d'eau (diamagnétiques) formées dans un champ magnétique intense; la vitesse de chute d'une goutte d'une solution magnétique est, au contraire, diminuée. — **M. H. Gaudechon** a déterminé, par trois séries de cycles, la chaleur de formation de la base ammonio-mercurique à partir de ses éléments; elle est égale à — 75,5 cal. La base est donc nettement endothermique. — **MM. P. Lebeau** et **P. Damoiseau** ont reconnu que la réaction réversible de MM. Ruff et Geisel : $10S + 16AzH^3 \rightleftarrows Az^4S^4 + 6(AzH^4)^2S$ ne se produit pas à l'état de siccité parfaite; ce n'est qu'en présence d'une trace d'eau qu'il se forme un peu de sulfure d'ammonium et de sulfure d'azote aux dépens du sulfammonium. — **M. de Forcrand** a préparé l'oxyde de lithium anhydre par dissociation du carbonate dans un courant d'H à 780°-800°. La chaleur de dissolution de Li^2O anhydre est de + 31,2 cal. — **M. Ed. Defacqz**, par l'action du siliciure de cuivre à 50 °/₀ de Si sur le molybdène amorphe au four électrique, a obtenu un siliciure de molybdène Si^2Mo. — **M. A. Recoura** décrit deux nouvelles variétés du sulfate ferrique : l'une anhydre, jaune brun clair, obtenue par déshydratation à 175° du sulfate hydraté blanc; l'autre hydratée, jaune-brun, $Fe^2O^3.3SO^3.3H^2O$, obtenue par déshydratation à 100° du sulfate hydraté blanc. — **M. M. Guichard**, par action de HI liquéfié sur le chlorure cuivrique sec, a obtenu un mélange d'iodure cuivreux et d'iode libre. — **M. F. Ducelliez** a retiré des alliages de cobalt et d'étain, préparés par fusion des composants, une combinaison CoSn, $d = 7,675$. — **M. A. Lancien**, par action du molybdate d'ammonium sur l'azotate d'uranyle, a obtenu un précipité de molybdate d'uranyle, $MoO^3.UrO^2$, poudre blanche, devenant jaune d'or au soleil. — **M. L. Henry** montre que l'hydratation de l'épichlorhydrine sous l'influence de l'acide sulfurique est un phénomène d'ordre général, qui se passe avec tous les oxydes éthyléniques continus renfermant le groupe :



et fournit les glycols éthyléniques correspondants. — **MM. F. Bodroux** et **F. Taboury** ont fait réagir les éthers-sels d'acides gras α-iodés sur l'iodure de phényl-amine-magnésium et d'*o*-toluidine-magnésium; on obtient les iodacylanilides et iodacyl-*o*-toluidides correspondants. — **MM. E. Jungfleisch** et **H. Leroux** ont retiré de la gutta-percha l'éther cinnamique d'un alcool, le lupéol, dont la formule est $C^{30}H^{50}O$ et qui fond à 190-192°. Il se déshydrate par la chaleur en donnant un hydrocarbure, le lupéylène, F. 212°. — **M. Ph. Barbier**, en traitant par NaOH un mélange équimoléculaire de lémonal et de propanal en solution hydroalcoolique, a obtenu un produit huileux qui, traité par H^2SO^4, fournit deux cyclolémonylidène-propénals, aldéhydes à odeur intense de violette. — **MM. G. Bertrand** et **W. Mutermilch** ont constaté que la coloration du pain bis résulte de deux actions diastasiques différentes, la première mettant en liberté un chromogène incolore ayant les caractères de la tyrosine, qui est ensuite oxydé dans la seconde. — **M. A. Trillat** a reconnu que la formation du dépôt de la matière colorante rouge du vin n'est pas due simplement à l'oxydation par l'oxygène, mais à la présence d'aldéhydes dans le vin qui la précipitent.

3° Sciences naturelles. — **M. L. Lapicque** a vérifié, pour divers Mammifères et Oiseaux, la loi de Dubois sur le rapport entre le poids de l'encéphale et le poids du corps. — **M. G. Arthaud** montre que la capacité pulmonaire, chez l'homme, est exprimée par le rapport entre le pouls et la respiration. A l'état normal, ce rapport est en moyenne voisin de 5; la fièvre a toujours pour effet de l'augmenter au-dessus de la moyenne. — **MM. J. Gautrelet** et **H. Gravellat** ont constaté que les matières colorantes, ingérées par l'homme, sont soit inactives, soit actives, en réduisant les échanges nutritifs et l'activité sécrétoire du rein. Elles sont éliminées soit en nature, soit sous forme de chromogène, soit sous forme de sulfo-conjugués. — **M. L. Boutan** a reconnu qu'il existe, chez le Gibbon à barbe blanche (*Hylobates leucogenys*), un type noir à favoris blancs et un type jaune doré sans favoris blancs, qui avaient été considérés jusqu'ici comme deux espèces différentes. — **M. C. Viguier** a recueilli sur la côte d'Algérie deux larves d'Hésonien dont le corps, bien développé, ne présentait aucune trace d'adaptation à la vie pélagique; seule, la persistance de la couronne larvaire leur permettait de vivre avec le plankton de haute mer. — **M. Ch. Gravier** a observé l'association d'un Alcyonnaire avec des algues unicellulaires; l'algue parasite l'animal dans la première partie de son évolution et lui assure en grande partie son alimentation durant la seconde. — **M. L. Roule** montre que la valeur morphologique des épines du polypier des Antipathaires est celle de branches abortives. — **M. L. Daniel**, par l'emploi rationnel de la greffe et des opérations d'horticulture provoquant un déséquilibre de nutrition convenable, a obtenu non seulement des monstruosités dans le genre Rosier, mais encore des variétés nouvelles, modifiées dans leur forme ou leur coloris. — **M. L. Dufour** a constaté que, dans le genre *Achillea*, avant de produire ses feuilles définitives, une espèce à feuilles très divisées donne naissance à toute une série de ces organes dont la complication va croissant progressivement. — **MM. H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie** ont observé que les termites de Madagascar forment, avec des débris végétaux divers finement broyés, des meules sur lesquelles se développe le mycélium blanc d'un champignon qui paraît être un *Oedocephalum*. — **M. A. Lacroix** a trouvé, dans les fumerolles à haute température de la dernière éruption du Vésuve, un minéral nouveau, qu'il nomme palmiérite et dont la composition se rapproche de la

formule $SO^4(K.Na)^2.SO^4Pb$. — M. **E.-A. Martel** signale l'existence, dans le fond de la mer, de gouffres qui engloutissent de grandes quantités d'eau salée, laquelle pourrait jouer un rôle dans les phénomènes du volcanisme.

Séance du 1er Juillet 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Humbert** présente quelques formules nouvelles relatives aux nombres de classes des formes quadratiques. — M. **Eug. Fabry** communique ses recherches sur les courbes algébriques à torsion constante. — M. **P. Boutroux** étudie les intégrales de l'équation différentielle $y' + A_2 y^2 + A_3 y^3 = 0$. — M. **J. Boussinesq** présente une théorie approchée de l'écoulement sur un déversoir vertical en mince paroi, sans contraction latérale et à nappe noyée en dessous.

2° Sciences physiques. — M. **M. Hamy** : Sur un mécanisme permettant de maintenir un train de prismes rigoureusement au minimum de déviation (voir p. 603). — M. **L. Bloch** a constaté que l'air, après barbotage dans l'eau, est non seulement électrisé, mais ionisé ; les ions produits n'ont pas tous la même mobilité ; il y a surtout des petits ions très mobiles. — M. **G.-D. Hinrichs**, en calculant le poids atomique absolu du chlore par sa méthode, d'après les récentes synthèses de AgCl par M. Th. W. Richards, arrive à la valeur exacte Cl = 35,5, l'argent étant exactement égal à 108. — M. **D. Berthelot**, en appliquant la méthode des densités-limites aux gaz Az^2O, AzO et Az^2, trouve pour poids atomique de l'azote les valeurs 13,999, 14,006 et 14,008, dont la moyenne est de 14,005. — M. **J. Guinchant** a déterminé la chaleur latente de fusion de l'iodure mercurique à 250° (9,79 cal.) ; on en déduit pour sa constante cryoscopique la valeur 550. Les valeurs expérimentales se confondent pratiquement avec la valeur théorique. — MM. **A. Leduc** et **Labrouste** montrent que l'argent libéré par électrolyse sous un voltage suffisant se conduit comme un métal alcalin, c'est-à-dire réagit sur l'eau pour donner naissance à un oxyde qui se dissout, en totalité ou en partie, à l'état d'oxyde basique AgOH. — MM. **C. Marie** et **A. Lucas** proposent de déterminer l'acide phosphoreux en solution de carbonate de potasse par le permanganate ; le précipité de bioxyde brun est dissous dans le sel de Mohr acide et on détermine l'excès de sel ferreux par le permanganate. — M. **F. Bourion**, en faisant réagir le chlore et le chlorure de soufre simultanément sur les oxydes suivants, a obtenu : avec ZrO, le chlorure $ZrCl^4$; avec Gl^2O, le chlorure $GlCl^2$; avec les terres rares, des chlorures $MeCl^3$. — M. **L. Henry**, en faisant réagir le méthylbromure de Mg sur l'oxyde d'isobutylène, a réalisé la synthèse de l'alcool isoamylique secondaire $(CH^3)^2CH.CHOH.CH^3$, F. 113°-114°. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe**, en hydrogénant les anhydrides d'acides forméniques par un courant d'H sur le nickel réduit, ont obtenu, d'une façon générale, l'aldéhyde et l'acide correspondants. — MM. **E. Jungfleisch** et **M. Godchot**, par l'action du glycolate d'éthyle iodé sur le monochloracétate d'éthyle, ont obtenu l'éther diglycolique $C^2H^5CO^2.CH^2.O.CH^2.CO^2C^2H^5$, Eb. 129°-130° sous 20 mm. ; ses homologues se préparent par des réactions identiques. — MM. **E.-E. Blaise** et **M. Maire**, en faisant réagir les chlorures des acides-alcools acétylés sur les dérivés organométalliques mixtes du zinc, ont obtenu des cétones β-acétoxylées, dont la saponification fournit les cétones non saturées αβ-acycliques. — M. **L. Barthe** a préparé quelques nouveaux dérivés bromés de la pyridine : $C^5H^5Az.HBr$; $C^5H^3AzBr^3$, F. 89°-90° ; C^5H^4AzBr, F. 212°. — M. **G. Blanc**, en faisant réagir les éthers γ-bromés du type $(CH^3)^2CH.CH(CH^2.CO^2R).CH^2Br$ sur les éthers cyanacétique, malonique et méthylmalonique, a obtenu des acides cyclopropane-carboniques. — MM. **A. Fernbach** et **J. Wolff** ont constaté qu'avec l'extrait d'orge, dans des conditions convenables de température et de milieu, on arrive à transformer en maltose, comme avec l'extrait de malt, les dextrines les plus résistantes. — M. **C. Gerber** : La présure des Crucifères (voir p. 603).

3° Sciences naturelles. — M. **Dastre** présente, au nom d'une Commission nommée par l'Académie, un Rapport qui conclut ainsi : Les empreintes digitales considérées chez un même individu sont immuables depuis le plus bas âge jusqu'à la vieillesse la plus avancée. Elles diffèrent d'un doigt à l'autre, d'un individu à l'autre. La concordance des empreintes digitales des dix doigts, examinées dans leur forme générale et dans les six espèces de particularités qu'on y distingue, constitue une presque certitude d'identité ; la chance d'erreur serait au-dessous de 1 sur 64 milliards. La concordance des empreintes de plusieurs doigts ou même d'un seul constitue encore une présomption d'identité extrêmement forte. La considération des empreintes digitales (dactyloscopie) suffit à l'établissement d'un catalogue méthodique d'identification ; ce système tend chaque jour davantage à se substituer à la mensuration anthropométrique. — M. **L. Lortet** a trouvé, dans une tombe préhistorique égyptienne, un crâne de jeune femme présentant des altérations osseuses qui semblent incontestablement de nature syphilitique. — MM. **A. Laveran** et **Thiroux** ont constaté que l'extrait de rate n'a pas de propriétés trypanolytiques *in vitro* ; les trypanosomes pris dans la rate pendant la vie ou aussitôt après la mort ont le même aspect que ceux qui ont été recueillis dans le sang de la grande circulation. Chez les animaux dératés, l'évolution des trypanosomiases n'est pas sensiblement modifiée. — M. **P. Ferrier** estime qu'il existe une époque variable de la vie où certains organismes ont besoin de perdre de la chaux. On y arrive par les limonades à acides inorganiques ou organiques, les sulfates de soude ou de magnésie, etc. — M. **C. Fleig** a reconnu que les sérums de composition saline voisine de celle du sang troublent beaucoup moins que l'eau salée simple la constitution humorale de l'organisme ; ils aident, au contraire, au maintien de celle-ci et réalisent d'excellents milieux nutritifs. — M. **J. de Loverdo** montre que, pour préserver les amandes des atteintes du *Paralipsa gularis*, il convient de les garder en hiver dans des magasins exposés au nord et propres, et de les introduire en mars dans des chambres froides maintenues à une température voisine de 0°. — M. **P. Mola** a étudié les organes génitaux du *Tænia nigropunctata* et, en particulier, l'organe parautérin. — MM. **L. Léger** et **E. Hesse** ont découvert une nouvelle Myxosporidie parasite de la sardine, qu'ils nomment *Coccomyxa Morovi*. — M. **R. Chudeau** étudie quelques roches riches en alcalis qu'il a rapportées du Sahara central.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 2 Juillet 1907.

M. **Bar** est élu membre titulaire dans la Section d'Accouchements. — M. **H. Vincent** présente les Rapports sur les concours pour les Prix Buisson et Alvarenga, et M. **Hallopeau** celui sur le concours pour le Prix Ricord. — M. **Em. Vidal** a étudié, d'après une statistique décennale (1896-1905), les causes de la mortalité des enfants protégés par la loi Roussel dans le département du Var. Sur 4.922 nourrissons de un jour à deux ans protégés par la loi, il y a eu 637 décès ; cette mortalité est bien inférieure à celle des enfants restés sous la surveillance paternelle. Comme causes des décès, 33 % sont attribuables aux maladies de l'encéphale, 26 % aux maladies des voies digestives, 24 % aux maladies des voies respiratoires, 7 % aux maladies éruptives, 4 % à l'hérédo-syphilis, 4 % à l'hémorragie, à la faiblesse congénitale, etc., et 2 % à la septicémie, tuberculose généralisée, anasarque. — M. **Meillère** lit un Mémoire intitulé : Contribution apportée par les recherches chimiques à l'étude du saturnisme. — M. **Rosenthal** donne lecture d'un travail sur l'adaptation à la vie aérienne (aérobisation) des microbes

anaérobies stricts. — M. le Dr **Couteaud** présente un Mémoire sur un mélange anesthésique local à la cocastovaïne. — M. le Dr **Didsbury** lit un travail sur le traitement de l'onychophagie.

Séance du 9 Juillet 1907.

MM. **Widal** et **Gougerot** montrent que l'asepsie des pleurésies puriformes avec polynucléaires intacts chez les pneumoniques et les cardiaques entraîne un pronostic remarquablement bénin. Ces épanchements puriformes aseptiques sont commandés par une congestion sous-jacente ; ils disparaissent au bout de quelques jours. — M. **Em. Vidal** a étudié la mortalité des enfants protégés par la loi Roussel et les causes de cette mortalité dans le canton d'Hyères (Var) de 1883 à 1905. Sur 1.143 nourrissons inscrits, il y a eu 64 décès, soit 6,04 % (ce pourcentage s'abaissant jusqu'à 2,8 % pour la commune de Carqueiranne). Les causes des décès ont été : maladies de l'encéphale, 24 décès ; entérite, 18 ; maladies éruptives, 7 ; choléra infantile, 5 ; maladies des voies respiratoires, 5 ; athrepsie, 2 ; diphtérie, 1 ; hérédo-syphilis, 1 ; hernie étranglée, 1. Les enfants décédés ont été, en moyenne, placés plus tard en nourrice que les autres ; la saison la plus dangereuse à traverser pour les enfants est celle du 1er avril au 30 septembre, qui donne 50 décès, alors que le reste de l'année n'en donne que 14. — M. **H. Hallopeau** signale plusieurs cas de troubles visuels, pouvant aller jusqu'à la cécité, consécutifs à l'administration de l'atoxyl. Il y a donc lieu d'employer ce médicament avec prudence, soit dans la syphilis, soit dans les trypanosomiases.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 22 Juin 1907.

MM. **H. Labbé** et **G. Vitry** ont constaté que l'indican persiste dans l'urine pendant toute la durée du jeûne jusqu'à la mort, et que son excrétion varie dans le même sens que l'azote total. — MM. **J. Courmont** et **Lesieur** ont observé que le bacille de Koch peut traverser la peau du cobaye, du veau et du lapin, même en apparence intacte ; il traverse presque toujours la peau rasée ou épilée. Il peut créer des lésions cutanées locales (sortes de lupus) ou produire une infection plus ou moins généralisée (du genre de la scrofule). — M. **E. Guyénot** a étudié l'action du pneumogastrique sur le cœur des Batraciens. — M. **J. Nageotte** signale l'existence de formations graisseuses dans les cellules satellites des ganglions rachidiens greffés ; elle est liée à la résorption des cellules nerveuses mortes. — Mlle **A. Drzewina** et M. **G. Bohn** ont étudié l'influence du chlorure de lithium sur les embryons de *Rana temporaria* déjà éclos. Dans certaines solutions, la tension osmotique intervient pour contrecarrer l'action toxique du sel. — Mlle **S. Frison** et M. **M. Nicloux** ont constaté que la substance blanche du cerveau a fixé beaucoup plus de chloroforme que la substance grise au moment de la mort par cet anesthésique. — M. **P. Wintrebert** montre que le manque de respiration aérienne chez les Batraciens anoures ne met pas obstacle à la métamorphose, mais retarde son début. Le défaut d'usage des poumons n'empêche pas leur développement de s'effectuer au même degré que chez les têtards normaux. — M. **Et. Burnet** a provoqué la réaction cutanée de von Pirket sur plusieurs sujets qui ne présentaient aucun symptôme de tuberculose. — M. **A. Lesage** est parvenu à cultiver l'*Entamoeba*, parasite de la dysenterie amibienne, dans l'exsudat leucocytaire de cobaye. L'amibe ainsi cultivée reproduit la maladie. — M. **P. Ravaut** a obtenu une anesthésie chirurgicale limitée à la région génito-périnéo-anale par l'injection intra-rachidienne de solutions concentrées de cocaïne ou de stovaïne en quantité minime. — MM. **M. Loeper** et **P. Boveri** montrent que l'excès de chaux alimentaire chez le lapin détermine une calcification artérielle intense. — M. **Noica** a constaté que l'excitation du même nerf, le sciatique poplité interne, produit des effets très différents suivant que son antagoniste fonctionnel, le nerf sciatique poplité externe, est sectionné ou non. — M. **A. Marie** a reconnu le fait suivant : que la toxine tétanique soit introduite dans la circulation générale ou bien au contact des centres nerveux, ceux-ci ne paraissent pas susceptibles de s'accoutumer au poison ; ils ne deviennent pas non plus hypersensibles. — M. **J. Tur** montre qu'on ne saurait attribuer les processus tératogéniques chez les Oiseaux à l'action mécanique exercée par la coquille sur les embryons. — M. **M. Letulle** a pratiqué l'ophtalmo-réaction à la tuberculine sur 39 hommes et 27 femmes considérés comme nettement tuberculeux ; sur ces 66 personnes, 63 ont donné une réaction positive et 3 une réaction négative. — MM. **J. P. Langlois** et **L. Garrelon** ont observé que, chez l'animal en état de polypnée thermique centrale, l'hypertension artérielle accélère la polypnée, tandis que l'hypotension la diminue. — M. **F. Arloing** n'a pu constater une réaction cutanée précise et spécifique, sous l'influence de la tuberculine, chez les animaux tuberculeux. — M. **Al. Carrel** a transplanté des segments carotidiens ayant subi de graves lésions pendant leur séjour au réfrigérateur. Ces lésions ont évolué d'une manière fatale dans les cas d'hétérotransplantation, tandis qu'elles ont guéri dans les cas d'homotransplantation. — M. **L. Launoy** montre que le citrate de soude retarde notablement le processus de la nécrose autolytique du foie ; il s'oppose à l'action accélératrice de $CaCl^2$. — M. **Lafforgue** a reconnu que les cultures homogènes de *B. mesentericus* présentent une disparition très précoce des matières albuminoïdes et une augmentation considérable de l'alcalinité. — MM. **E. Maurel** et **Lemosy d'Orel** ont étudié l'influence de la voie d'administration sur les doses minima mortelles de bromhydrate neutre de quinine chez la grenouille, le pigeon et le lapin — M. **P. Carnot** signale la présence de substances hépatopoïétiques au cours des régénérations du foie et de son développement embryonnaire.

Séance du 29 Juin 1907.

M. **Pariset** montre qu'il est nécessaire d'employer, pour l'application des bains de lumière, des thermomètres à cuvette enduite de noir de fumée, les thermomètres à cuvette polie indiquant des températures trop basses. — MM. **A. Marie** et **M. Tiffeneau** ont constaté que la papaïne met en liberté la toxine tétanique fixée par la substance nerveuse, mais elle n'a pas d'action préventive sur sa fixation. — M. **O. Josué** a reconnu que la calcification ne constitue pas la lésion primordiale de l'athérome artériel ; c'est un processus de défense des artères contre les altérations dégénératives. — M. **E. Guyénot** estime qu'une part des variations observées dans l'action des nerfs vagues sur le cœur des Batraciens revient à l'état des cellules ganglionnaires du cœur, plus ou moins riches en réserves. — M. **A. Lesage** a reproduit l'amibiase chez le jeune chat, par inoculation sous la peau ou injection dans la gueule de mucus intestinal amibien ; l'infection est générale et toujours mortelle. — M. **H. Vincent** montre que, dans l'infection tétanique favorisée par l'hyperthermie, le sérum antitétanique n'est réellement efficace que si son intervention précède d'au moins une heure la pénétration des spores pathogènes. — M. **Lafforgue** attribue l'augmentation du pouvoir oxydant des cultures homogènes du *B. mesentericus* à la présence de dérivés des matières albuminoïdes décomposées par le bacille. — MM. **J. Giaja** et **M. Gompel** ont constaté que le suc digestif de l'écrevisse hydrolyse le lactose, le raffinose, l'amidon, le maltose et plusieurs glucosides ; il est sans action sur le myronate de potasse. — MM. **C. Fleig** et **M. Lisbonne** ont reconnu l'existence d'une précipitine spécifique, d'une part dans le sérum d'un individu atteint de kyste hydatique, d'autre part dans celui des animaux préparés par des injections de produits hydatiques. — MM. **Foix** et

Mallein sont parvenus à accélérer la coloration du spirochète par le réactif de Giemsa en faisant passer un courant électrique dans la solution colorante. — **MM. Brissaud** et **Bauer** apportent de nouvelles recherches contraires à la théorie de l'indépendance des lobes du foie. — **MM. H. Iscovesco** et **A. Matza** montrent qu'un sac de collodion contenant une solution de NaCl et plongeant dans l'eau distillée crée autour de lui un milieu à concentration saline supérieure à celle du milieu qui se trouve à son intérieur; ce phénomène est transitoire. — **M. J. Renaut** a constaté que, lorsqu'un vaisseau possède un périépithélium formé d'une seule assise de cellules, ces cellules sont toujours des rhagiocrines clasmatocytiformes, exerçant une double activité, glandulaire et phagocytaire, intense. — **MM. A. Jousset** et **J. Troisier** ont étudié les sérosités lactescentes à l'aide du Soudan III, réactif chromatique spécifique des graisses, et ont reconnu que les fines particules émulsionnées dans ces liquides sont généralement de nature grasse. — **MM. Lesné** et **Dreyfus** ont isolé d'un abcès inguinal d'allure chronique un bacille très mobile, se rapprochant des paratyphiques. — **M. A. Guieysse** montre que les plateaux en brosse des cellules de l'intestin moyen se colorent électivement par le vert lumière dans la triple coloration de Prenant. — **MM. L. Fortineau** et **Soubrane** ont observé que le *Bacillus proteus ruber*, isolé des eaux de la Loire, présente un polymorphisme curieux suivant l'âge, le milieu et la température. — **M. F. Arloing**, en essayant la cuti-réaction au moyen de diverses tuberculines, n'a jamais obtenu de réaction spécifique nette chez les individus tuberculeux. — **M. N. Bassin** cherche à montrer qu'il n'existe pas de tétanos du cœur et que les contractions cardiaques ne sont jamais plus grandes que les pulsations simples maximales. — **M. V. Pachon** rappelle qu'il a prouvé que la vératrine imprime à la pulsation du cœur isolé de lapin un caractère franchement tétanique.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séance du 18 Juin 1907.

M. C. Gerber a étudié la présure des Crucifères; elle coagule le lait bouilli plus facilement que le lait cru. Le suc du Figuier (sycochymase) se comporte vis-à-vis du lait, aux températures élevées, comme la présure des Crucifères. — Le même auteur montre, d'autre part, qu'il existe, dans le lait cru, deux actions antiprésurantes, disparaissant l'une à la température de coagulation de la sérumglobuline, l'autre à la température de coagulation de la sérumalbumine. — **M. A. Briot** a constaté que le barbotage avec CO^2 rend le lait, cru ou bouilli, beaucoup plus sensible à l'action du labferment accompagnant la pepsine (parachymosine). On peut facilement préparer, par injection aux animaux, un anticorps de la parachymosine. — **M. A. Billet** a observé un cas de dysenterie nostras non bacillaire avec *Entamoeba coli*. — **M. Ch. Livon** établit que le rôle de l'hypophyse est un rôle chimique, dû aux produits de sa sécrétion interne, et qu'il n'a pas de rôle mécanique spécial. — **M. Alezais** a remarqué chez un jeune lapin un développement anormal des quatre incisives, tenant à leur non-concordance résultant de la position vicieuse des inférieures.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 21 Juin 1907.

M. de Broglie : *Sur les centres neutres des gaz issus des flammes.* L'auteur rappelle que M. Langevin, dans deux communications à la Société de Physique, le 19 mai et le 2 juin 1905, a signalé dans l'air atmosphérique la présence d'ions de faible mobilité, auxquels il a donné le nom de *gros ions*, en indiquant qu'ils pouvaient résulter de l'union d'une masse matérielle neutre et d'un ion analogue à ceux des rayons de Röntgen, ce qui conduirait à formuler une théorie approchée de l'équilibre auquel on doit arriver quand un gaz, renfermant un nombre M de gros centres neutres par centimètre cube, se trouve soumis à une radiation qui y maintient des nombres p et n de petits ions positifs et négatifs par centimètre cube. Si P et N sont les nombres des gros centres chargés positifs et négatifs, on doit avoir au moment de l'équilibre :

$$A[M-(P+N)]p = BPn + \alpha PN,$$
$$A'[M-(P+N)]n = B'Np + \alpha' PN;$$

α et α', coefficients liés à la recombinaison des gros ions entre eux, étant très petits devant Bn et $B'p$, sont négligeables; si, de plus, on suppose $p=n$, comme c'est le cas pour les ions des rayons de Röntgen, on obtient deux équations à deux inconnues qui peuvent donner P/M et N/M en fonction des coefficients A, A', B, B' : on en déduit que P et N sont indépendants de p et n si ces derniers sont assez grands, et que P et N ne seront qu'une fraction assez faible de M (l'ordre de 1/10). Les gaz conducteurs pourraient donc renfermer simultanément des centres chargés et d'autres non chargés. Pour les gaz de flamme, on trouve les résultats suivants : En dépouillant le gaz, au moyen d'un condensateur à capacité suffisante, de tous ses ions chargés, on constate que le gaz restant contient un nombre considérable (10^7 au moins par centimètre cube, si chaque centre ne porte que la charge atomique) de centres jouissant des propriétés suivantes : 1° Ils sont susceptibles de se charger sous l'influence des radiations du radium ou des rayons de Röntgen, en se transformant en centres chargés de faible mobilité analogues aux gros ions; 2° Ces centres sont arrêtés par un filtre en coton ordinaire et détruits par la chaleur; ils disparaissent spontanément au bout de quelque temps; 3° Le gaz qui les contient acquiert, par barbotage dans des solutions salines étendues, une ionisation très supérieure à celle qu'il reçoit quand il en est privé. Cette dernière propriété est particulièrement intéressante; on sait, en effet, que, si l'on fait barboter de l'air dans une solution étendue ou dans l'eau presque pure, le gaz renferme, à sa sortie, des centres chargés de mobilités très variées, mais qui descendent jusqu'à la valeur de celle trouvée pour les gros ions. Le mécanisme du barbotage fournit donc des charges et des agglomérations matérielles dont l'union constitue des gros ions. L'expérience montre que, dans ce cas, tous les centres sont chargés. Si l'on expose alors aux radiations du radium le gaz chargé de ces ions de barbotage, on constate que la conductibilité tombe à une faible fraction de sa valeur, au 1/6 ou au 1/10 suivant les cas, comme si le remaniement des charges, que produit l'action du radium, replaçait le gaz dans les conditions d'équilibre précédemment étudiées, où la portion chargée ne doit être qu'une partie relativement faible du nombre total des gros centres précédents. Certains liquides, comme la benzine, le toluène, ne donnent que peu ou pas d'ionisation par barbotage. On peut constater, de même que précédemment, que les gaz sortant du barboteur contiennent alors seulement des centres neutres : il faut pour cela qu'il y ait barbotage, l'air seulement chargé de la vapeur du liquide ne contenant pas de gros centres. — **M. M. Hamy** présente *un mécanisme pour maintenir un train de prismes rigoureusement au minimum de déviation.* Le fonctionnement de cet appareil repose sur les remarques suivantes : On considère, dans un plan, trois bielles AB, BC, CD, articulées en B et C. On cale, sur la bielle AB, une roue centrée en B, engrenant avec une seconde roue, centrée en C, calée elle-même sur la bielle CD. Les angles B et C varient de la même quantité, quand on déforme le système, si les roues sont égales (on le reconnaît immédiatement en considérant le mouvement relatif par rapport à BC). Ces angles restent donc constamment égaux pendant le mouvement, s'ils le sont au départ. Si les deux roues sont inégales et que la roue de centre C possède n fois plus de dents que

la roue de centre B, l'angle C varie de α/n quand l'angle B varie de α. En particulier, les variations de l'angle C sont la moitié de celles de l'angle B, lorsque la roue, calée sur CD, possède deux fois plus de dents que la roue calée sur AB. M. Hamy, en s'appuyant sur ces considérations, montre comment, en reliant, deux à deux, par des roues d'engrenage, les plates-formes d'un train de prismes, on peut maintenir ce train au minimum de déviation, notamment dans le cas des spectroscopes autocollimateurs. — M. Victor Henri présente, au nom de M. **François-Franck**, une série de microphotographies en couleurs, obtenues sur les plaques *autochromes* de Lumière. Ainsi que le montrent les photographies projetées, on peut utiliser très avantageusement ces plaques pour la microphotographie, aussi bien en lumière ordinaire qu'en lumière polarisée. Une question très importante est le temps de pose; avec un éclairage à arc de 15 à 18 ampères, ce temps de pose varie de deux à vingt-cinq secondes suivant les grossissements employés. Toutes ces photographies microscopiques en couleurs ont été faites au laboratoire de M. François-Franck, avec le concours de Mlle Chevreton.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 14 Juin 1907.

M. **P. Freundler** expose ses essais de dédoublement en lumière polarisée circulairement. Des tentatives du même ordre ont été effectuées par M. Cotton, avec un résultat négatif; d'autre part, M. Byk, guidé par des considérations théoriques, a considéré la question comme résolue affirmativement, et il en a déduit une théorie de la genèse originelle des composés naturels actifs. M. Freundler a exposé, pendant plus de quatre cents heures, à l'action de la lumière polarisée droite, une solution d'acétal amylique racémique de l'aldéhyde *o*-nitrobenzoïque dans l'alcool amylique racémique; dans ces conditions, une partie de l'acétal se transforme en nitrosobenzoate d'amyle, comme l'a montré M. Ciamician; mais le produit de transformation, aussi bien que l'alcool amylique régénéré, ne possèdent ni l'un, ni l'autre, d'activité optique. Les premiers résultats de M. Freundler semblent donc infirmer les idées de M. Byk; mais de nouvelles expériences sont nécessaires pour conclure définitivement. — M. **Crafts** expose ses recherches sur la catalyse des acides sulfonés.

Séance du 28 Juin 1907.

M. **P. Lebeau** fait connaître le résultat de ses recherches sur l'action du fluor sur le sélénium. Dans un appareil en cuivre ou en platine, le fluor donne avec le sélénium un tétrafluorure liquide SeF^4. Ce composé est détruit par l'eau avec un grand dégagement de chaleur. Il fume abondamment à l'air et sa vapeur est très toxique. En présence du verre, on obtient de l'hexafluorure mélangé d'une petite quantité d'oxyfluorure. L'hexafluorure, déjà signalé par M. Prideaux, est un gaz d'une grande stabilité, comparable à l'hexafluorure de soufre. Son analyse a pu être faite en le soumettant à l'action d'une température élevée dans des tubes de silice, ou bien encore en le décomposant par le sodammonium. — M. **Binet du Jassonneix** communique à la Société ses recherches sur la dissolution du chrome à haute température dans le cuivre, et sur la préparation et les propriétés d'une variété très divisée de chrome en mousse. — MM. **Gabriel Bertrand** et **W. Mutermilch** ont trouvé que la coloration du pain bis résultait de deux actions diastasiques successives. La première, due à une protéase, donne de la tyrosine aux dépens des matières protéiques du gluten; la seconde, due à une tyrosinase, amène l'oxydation de la tyrosine et la production d'une substance brun noir. Les deux diastases sont contenues dans le son. Elles y sont accompagnées de plusieurs autres, parmi lesquelles de la peroxydiastase. La tyrosinase du son est très résistante à la chaleur. — M. **A. Granger** décrit un procédé d'élimination de l'hyposulfite de sodium après fixage dans les épreuves photographiques, basé sur un traitement avec une solution étendue de permanganate de potassium. On détruit ensuite le permanganate pouvant rester dans l'épreuve par un traitement à l'acide oxalique en solution étendue. — M. **M. Guichard** entretient la Société de ses recherches sur l'iodure cuivreux.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 7 Février 1907 (fin).

MM. **L. Hill** et **M. Greenwood** ont étudié les phénomènes de décompression chez les animaux placés dans une atmosphère d'oxygène à haute pression, et ils ont reconnu que de l'oxygène libre peut être mis en liberté dans le corps en occasionnant des embolies. L'aspiration d'oxygène pur, qui a été recommandée aux scaphandriers avant la remonte pour débarrasser le corps de l'azote dissous et éviter des embolies gazeuses azotées, ne paraît pas rationnelle. On doit lui préférer une lente décompression.

Séance du 28 Février 1907 (fin).

MM. **W. R. Dunstan**, **T. A. Henry** et **S. J. M. Auld** ont étudié les *enzymes associées au glucoside cyanogénétique* (phaséo-lunatine) *du lin, du cassava et du haricot de Lima.* Ils montrent que ces trois plantes contiennent un mélange de deux enzymes glucosidolytiques. Ce mélange a la propriété d'hydrolyser l'amygdaline et la salicine, qui sont des glucosides β, et aussi l'α-méthylglucoside et le maltose, qui sont des glucosides α. Or, la phaséolunatine est décomposée à la fois par la maltase de levure et par le mélange d'enzymes des trois plantes, en donnant, dans le premier cas, la forme α du dextrose, ce qui conduit à la considérer comme un éther de l'α-dextrose et de l'acétocyanhydrine. Si l'on accepte l'hypothèse de Fischer, il en résulte que le lin, le cassava et le haricot de Lima contiennent bien au moins deux enzymes glucosidolytiques, l'une du type β ou de l'émulsine, l'autre du type α ou de la maltase, et que c'est cette dernière qui décompose la phaséolunatine.

Séance du 18 Avril 1907.

M. **F. W. Twort** : *La fermentation des glucosides par les bactéries du groupe du bacille typhique et du coli-bacille, et l'acquisition de nouveaux pouvoirs de fermentation par le Bacillus dysenteriæ et d'autres micro-organismes :* 1° Un grand nombre de glucosides peuvent être fermentés par beaucoup de bactéries du groupe du bacille typhique et du coli-bacille. Les fermentations varient avec le micro-organisme mis en expérience, et les variations sont aussi marquées au dedans de chaque sous-groupe de bactéries qu'entre les sous-groupes adjacents; 2° Les pouvoirs de fermentation du sucre d'un organisme peuvent être artificiellement modifiés en cultivant cet organisme pendant une succession de générations dans un milieu contenant un sucre qu'au commencement de l'expérience il était incapable de fermenter. Par ce moyen, un organisme pathogène peut être altéré jusqu'à ce qu'il donne des réactions fermentatives caractéristiques d'un membre non pathogène de son groupe. Il est possible que les organismes pathogènes du groupe typhique-coli puissent ainsi changer leurs caractères, de façon à devenir méconnaissables lorsqu'ils se multiplient pendant quelque temps en dehors du corps, dans le sol, l'eau, etc. S'il en est ainsi, cela permet de se rendre compte de la difficulté éprouvée en isolant le *B. typhosus* de ces milieux. Il semble aussi possible qu'un organisme non-pathogène puisse perdre ses pouvoirs de fermentation et devienne pathogène, s'il trouve un milieu convenable, tel que le canal alimentaire, et reprenne ses anciens caractères lorsqu'il est hors du corps. C'est une simple hypothèse qui n'a pas

été confirmée jusqu'à présent. D'après les résultats obtenus avec le groupe d'organismes typhique-coli, il semble tout à fait possible que d'autres organismes puissent présenter des changements identiques, et que les essais de fermentation effectués par Mervyn Gordon pour les streptocoques soient aussi inconstants si les mêmes moyens d'expérimentation sont employés. — M. C. S. **Sherrington** poursuit ses recherches sur *l'innervation réciproque des muscles antagonistes*. L'auteur en apporte de nouveaux exemples, pris sur le grand réflexe fléchisseur de la jambe. Dans ce réflexe, les extenseurs de la cheville sont arrêtés concurremment à l'excitation des fléchisseurs de la cheville. Les adducteurs de la hanche sont relâchés par inhibition concurremment avec la contraction réflexe des abducteurs, et les rotateurs externes de la hanche sont relâchés semblablement par inhibition concurremment avec la contraction des rotateurs internes.

Séance du 2 Mai 1907.

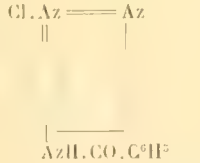
La Société procède à l'élection annuelle de 15 nouveaux membres; sont élus : MM. **F. D. Adams, H. K. Anderson, W. B. Benham, Lord Blythswood, W. H. Bragg, F. D. Chattaway, A. M. Crossley, A. R. Cushny, W. Duddell, F. W. Gamble, J. E. Petavel, H. C. Pocklington, H. M. Ridley, G. E. Smith** et **W. H. Young**.

M. A. **Mallock** *déduit de ses précédentes recherches une formule indiquant l'espace parcouru dans un temps donné par un projectile se mouvant dans l'air*. La distance s parcourue par le projectile dans le temps t est représentée par : $s = v't + \frac{u_0}{a}(1 - e^{-at})$ et la vitesse restante est donnée par $v_1 = v' + u_0 e^{-at}$. Dans ces formules, $v' = 850$ pieds par seconde; u_0 = vitesse initiale — v'; a est un coefficient de résistance égal à $81{,}3/\rho l$, où ρ est le poids par unité de volume de la substance du projectile et l la longueur équivalente du projectile. Les résultats obtenus par cette formule concordent remarquablement avec l'expérience. — MM. **C. H. Lees** et **J. E. Petavel** : *Sur la variation de la pression développée pendant l'explosion de la cordite en vase clos*. 1° Comme la plupart des explosifs modernes employés en Balistique suivent la loi de combustion par surfaces parallèles, il semble, d'après les résultats obtenus, que leurs propriétés peuvent être définies par quatre constantes pouvant être déterminées sans difficulté par l'expérience directe; 2° Les constantes b et c fixent la pression maximum qui sera atteinte sous une densité de charge donnée quelconque. Les constantes a_0 et a mesurent la vitesse de la combustion et déterminent le temps qui s'écoule entre l'ignition de la charge et le développement de la pression maximum; 3° Quand l'explosif est mis sous forme cylindrique, le temps pris par une explosion, pour la même densité gravimétrique, est proportionnel au diamètre du cylindre; 4° La vitesse de l'augmentation de la pression est plus rapide lorsqu'on atteint environ les 2/3 de la pression maximum; 5° La vitesse maximum d'élévation de la pression par seconde est égale approximativement à 1,54 a, multiplié par le carré de la pression maximum en atmosphères, divisé par le diamètre de la cordite en centimètres; 6° Lorsque l'explosion s'effectue sous une densité gravimétrique élevée, le temps « effectif » de la combustion peut pratiquement être considéré comme égal au temps nécessaire si la combustion avait toujours lieu à sa vitesse maximum. Pour la cordite marque I, ce temps est donné par $T = 36D/P$, si le diamètre D est mesuré en centimètres et la pression maximum P en atmosphères, ou $T = 0{,}6\ D/P$, si les unités sont des pouces et des tonnes par pouce carré. Au cours des recherches, l'effet réfrigérant des parois du récipient pendant la combustion a été trouvé assez faible pour être négligé. — M. **H. A. Miers** et Mlle **F. Isaac** : *La cristallisation spontanée des mélanges binaires. Expériences sur le salol et le bétol*. Les auteurs ont conclu de leurs expériences sur certains sels qu'une solution sursaturée refroidie ne peut être amenée à cristalliser que par inoculation d'un cristal du corps dissous, à moins qu'une température parfaitement définie ne soit atteinte, à laquelle un stimulus mécanique (agitation ou friction) suffit pour produire la cristallisation. La température de cette *cristallisation spontanée* dépend de la concentration de la solution, déterminée par une courbe qu'on nomme *courbe de supersolubilité*. Les auteurs ont tracé la courbe complète du point de congélation, ainsi que les courbes de supersolubilité, pour des mélanges en toutes proportions de salol et de bétol, substances qui fondent à des températures convenables et ne forment ni composés, ni mélanges isomorphes. Le salol fond à 42°,5, le bétol à 92°. L'eutectique contient 78 °/₀ de salol et se solidifie à 32°,5 par inoculation seulement. Le salol se solidifie spontanément à 33°, le bétol à 79°; les courbes de supersolubilité de leurs mélanges se rencontrent dans le *mélange hypereutectique*, contenant 74 °/₀ de salol, et dans lequel les deux substances se solidifient ensemble spontanément à 15°. Les expériences montrent qu'un mélange binaire a, en général, quatre points de solidification. Ainsi, le mélange contenant 90 °/₀ de salol peut donner des cristaux de salol par inoculation à 38°, et par agitation à 28°; des cristaux de bétol par inoculation à 17°,5 et par agitation à 10°,5.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 20 Juin 1907.

M. A. T. **Cameron** et Sir **W. Ramsay** ont découvert que l'émanation du radium subit un changement de volume rapide peu après son passage de l'état solide à l'état gazeux; celui-ci est suivi par un changement lent, correspondant avec la perte d'activité électrique. L'émanation obéit à la loi de Boyle avant et après sa transformation préliminaire. De nouvelles mesures montrent que la durée de vie moyenne du radium n'est pas de 1.100 ans, mais seulement de 236. Le changement de l'émanation fraîche est accompagné par une diminution de moitié de son volume, correspondant peut-être à une polymérisation; ce changement est une réaction uni-moléculaire. L'hélium est absorbé par les parois des vases de silice. — M. **V. H. Veley** a déterminé les constantes d'affinité de certains acides aminonaphtolsulfoniques par la méthode du tintomètre. — Mlle **M. A. Whiteley** a constaté que l'action des chlorures de diazonium aromatiques sur les dérivés 5-alkylés de l'acide 1:3-diphénylbarbiturique fournit des dérivés azoïques, tandis que l'action des dérivés β-substitués de la phénylhydrazine sur l'acide 5:5-dibromo-1:3-diphénylbarbiturique donne des hydrazones. — MM. **G. T. Morgan** et **W. O. Wootton** ont préparé les sels de diazonium de la benzoyl-1:4-naphthylènediamine, qui sont des corps très stables et tous colorés; ils se copulent avec le β-naphtol pour donner des dérivés azoïques. La constitution de ces diazoïques pourrait être expliquée au moyen de la nouvelle formule proposée par Cain :



— MM. **J. T. Hewitt** et **H. V. Mitchell** ont observé que les deux acides carboxyliques dérivés du *p*-nitrobenzène-azo-α-naphtol donnent des solutions alcalines bleu foncé; mais, tandis que l'acide $AzO^2C^6H^4Az:Az.C^{10}H^5(OH)CO^2H$ donne des précipités bruns avec les sels des métaux lourds, l'acide $AzO^2C^6H^4(CO^2H).Az:Az.C^{10}H^6(OH)$ donne des précipités bleus, ce qui provient

sans doute de la formation d'un dérivé quinonoïde où le métal est attaché au groupe nitré :

$$O : C^{6}H^{6} : Az.Az : C^{6}H^{3}\begin{cases} CO.O \\ AzO.O \end{cases}\!\!>M.$$

— **M. F. D. Chattaway** a constaté que les hydrazines $R.AzH.AzH^2$, où R est un groupe cyclique, sont rapidement oxydées par l'oxygène libre, la réaction étant accélérée par les alcalis. La réaction est représentée par l'équation $R.AzH.AzH^2 + O = RH + Az^2 + H^2O$. — **M. F. L. Pyman** a isolé de l'écorce d'un arbre de l'Afrique occidentale, qui paraît être le *Canthium glabrifolium*, un glucoside qu'il nomme *calmatambine*, de formule $C^{19}H^{28}O^{13}.2H^2O$, fondant à 100° et anhydre à 144°-145°; $[\alpha]^D = -130°,4$. Il contient un groupe méthoxyle et donne un dérivé octoacétylé. Il est hydrolysé par l'émulsine en dextrose et *calmatambétine*, $C^{13}H^{18}O^{8}.0,5H^2O$, F. 148°-149°, substance optiquement inactive. — **MM. P. C. Ray** et **A. C. Ganguli** ont reconnu que l'acide hyponitreux, libéré d'un de ses sels par un acide dilué, se décompose suivant les deux équations suivantes : $2HAzO = H^2O + Az^2O$; $5HAzO = 2H^2O + HAzO^3 + 4Az$. — **MM. H. O. Jones** et **H. A. Wootton** ont constaté que le pétrole de Bornéo est constitué de quantités à peu près égales d'hydrocarbures homologues des séries de la paraffine, du cyclohexane et aromatique, avec 6 à 7 % de dérivés naphtaléniques. — **MM. A. Senier** et **P. C. Austin**, en condensant le bi-iodure de méthylène avec la φ-cumidine et l'α-naphtol, ont obtenu la 8:9:11-triméthylphéno-(Azα-CHβ)-naphtacridine, F. 162°,5; avec le β-naphtol, il se produit la 8:9:11-triméthylphéno-(Azβ — CHα)-naphtacridine, F. 137°. Par l'action des aldéhydes sur un mélange de naphtol et de naphtylamine, on obtient des dinaphtacridines des types (I) et (II) :

$$(I)\quad \begin{matrix} \alpha - Az - \alpha \\ | \\ \beta - CH - \beta \end{matrix} \qquad (II)\quad \begin{matrix} \beta - Az - \beta \\ | \\ \alpha - CH - \alpha \end{matrix}$$

— **MM. W. R. Lang** et **T. B. Allen** décrivent un appareil perfectionné pour la détermination rapide des sulfates et des sels de baryum. La solution contenant le sulfate de Ba précipité est refoulée par une poire à air dans un tube étroit où elle s'éclaircit; l'addition d'une goutte de réactif produit un trouble très visible tant que la réaction n'est pas terminée. — Les auteurs emploient le même appareil à la détermination du dextrose par la solution d Fehling. — **MM. Al. Mc Kenzie** et **H. Wren** ont réalisé la synthèse asymétrique de l'acide *l*-tartrique par trois moyens : 1° oxydation du fumarate de *l*-bornyle en solution acétique glaciale par le permanganate; 2° oxydation du sel de K du fumarate acide de *l*-bornyle en solution aqueuse par le permanganate; 3° oxydation du fumarate de *l*-menthyle. La synthèse asymétrique de l'acide *d*-tartrique a été réalisée par l'oxydation du sel de K du fumarate acide de *d*-bornyle. — **MM. N. Lees** et **J. H. Thorpe** ont préparé des dérivés de la 2-phényl-1:3-naphtylènediamine. Le groupe aminé β étant le plus basique, c'est lui qui réagit le premier dans la salification, la diazotation et l'acétylation. Si on le protège par l'acétylation, il se forme alors des dérivés du groupe aminé α.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 6 Mai 1907.

M. O. Guttmann étudie quelques-uns des problèmes de l'art de l'ingénieur qui se présentent constamment dans les usines chimiques, et il estime que la solution de ces problèmes contribue autant, si ce n'est plus, au développement des industries chimiques que les découvertes chimiques proprement dites.

Séance du 3 Juin 1907.

M. W. H. Rawles présente un calorimètre simple pour les combustibles liquides volatils, spécialement adapté au pétrole. C'est une modification de l'appareil de Darling, où la plupart des causes d'erreur ont été éliminées. — **MM. W. P. Dreaper** et **A. Wilson** ont étudié l'influence de la température de teinture sur la fixation de la couleur et sa remise en solution. De la soie a été teinte par un colorant acide, le rouge d'anthracène 3 B, à des températures variant de 18° à 90° C., puis traitée par une solution à 1 °/₀ de savon à 55° C. ou extraite par l'alcool à 18, 55 et 78°. La quantité de colorant qui reste sur la fibre est d'autant plus élevée que la teinture a eu lieu à une plus haute température. — **M. J. K. H. Inglis** poursuit l'étude des pertes d'azote nitrique dans le procédé des chambres de plomb. Il arrive aux conclusions suivantes : 1° La perte d'Az sous forme d'oxyde nitreux est très faible, et moindre que 10 °/₀ de la perte totale; 2° Une portion considérable d'Az est perdue sous forme de peroxyde d'azote et d'oxyde nitrique, les proportions relatives de ces deux substances dépendant de l'échappement de SO^2; 3° Il y a une réduction possible en azote. Il est probable que les pertes à l'état d'oxyde nitrique et d'oxydes supérieurs pourraient être abaissées si les chambres étaient disposées de telle façon que les dernières traces de SO^2 disparaissent juste avant que les gaz quittent la tour de Gay-Lussac.

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 21 Mars 1907.

M. A. Short présente ses recherches sur la *carbonisation de la houille à coke de Durham*. L'analyse des gaz à diverses périodes de la carbonisation montre que, à mesure que la carbonisation procède, H, Az et CO augmentent, tandis que CH^4 et AzH^3 diminuent, cette dernière jusqu'à devenir pratiquement nulle au bout de 26 h. L'azote de la houille se répartit comme suit : 43, 41 °/₀ dans le coke, 2,98 °/₀ dans le goudron, 16,59 °/₀ dans les liqueurs (dont 15,16 °/₀ comme AzH^3 et 1,43 °/₀ comme $(CAz)^2$) et 37,12 °/₀ dans le gaz d'éclairage. Le soufre se distribue ainsi : 72,53 °/₀ dans le coke, 1,45 °/₀ dans le goudron, 19,71 °/₀ dans le gaz et 6,01 °/₀ dans les liqueurs.

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séance du 1er Mars 1907.

MM. Ch. R. Sanger et **J. A. Gibson** ont reconnu que de petites quantités d'antimoine en solution peuvent être réduites complètement, au point de vue pratique, en hydrogène antimonié, et que celui-ci, chauffé dans un tube, dépose l'antimoine sous une forme qui permet de le déterminer par comparaison avec des miroirs d'antimoine témoins.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 19 Avril 1907.

M. J. Lewkowitsch critique les vues de Merklen, d'après lesquelles le savon commercial n'est pas un produit de composition définie, mais bien un produit de composition variable. L'auteur a toujours obtenu, avec les glycérides de poids moléculaire moyen égal à 860, des savons contenant pratiquement la même quantité d'eau (31 °/₀), qu'il considère comme eau de constitution. — **M. W. C. Alpers** retrace l'histoire des emplois du savon en pharmacie et en médecine. — **M. D. Wesson** communique quelques renseignements sur le savon de graines de coton. L'huile brute de graines de coton, traitée par la soude caustique, fournit une masse visqueuse, connue sous le nom de *soap stock* et vendue commercialement comme contenant 60 °/₀ d'acides gras. Bouillie avec un petit excès de NaOH et traitée par un sel, elle donne un savon à 66 °/₀ d'acides gras, trop doux pour être employé seul, mais

qui est utilisé en mélange avec d'autres savons. — **M. J. F. Hinckley** décrit le mode de récupération de la glycérine contenue dans les lessives de savon. On ajoute un sel de fer pour éliminer les acides gras inférieurs, puis on filtre et on concentre dans un évaporateur; une grande partie du sel se dépose, puis on distille la glycérine avec un courant de vapeur. — **M. N. J. Lane** décrit un procédé de dosage de l'huile de castor dans les mélanges, les savons, basé sur sa précipitation à l'état de savon de plomb qui est insoluble dans l'éther de pétrole. — **M. W. Dreyfus** décrit un distributeur de savon liquide pour le lavage des mains, qui offre, au point de vue sanitaire, tous les avantages des distributeurs de savon en poudre ou en granules, sans en avoir les inconvénients.

Séance du 24 Mai 1907.

M. A. Bement communique l'analyse d'un certain nombre de charbons américains.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE BERLIN

Séance du 21 Mars 1907.

M. Möbius présente un Mémoire sur l'aspect esthétique des Reptiles et des Amphibies. Passant en revue les caractères attrayants et repoussants de plusieurs espèces de ces deux classes d'animaux, il trouve que l'allure rampante ou glissante, ainsi que l'apparition soudaine, la peau moite et froide et la venimosité de certaines espèces, exercent un effet repoussant qui l'emporte sur l'effet agréable de leurs formes, couleurs et mouvements. Comme les sensations esthétiques que nous éprouvons à la vue d'un animal sont la résultante de toutes les propriétés que nous lui connaissons ou supposons, cet animal nous paraît laid si les caractères désagréables impressionnent nos sens plus fortement que les propriétés agréables. Les effets esthétiques particuliers des Reptiles et des Amphibies ont poussé l'imagination humaine à attribuer à ces animaux un rôle considérable dans ses mythes religieux, ses contes de fées et légendes héroïques. — **M. J. H. van't Hoff** présente un Mémoire ultérieur sur ses recherches au sujet des dépôts salins océaniques. Il y étudie la franklandite et un composé nouveau de la boro-calcite. Le seul échantillon de franklandite que l'auteur ait pu se procurer s'est trouvé être identique à la boro-sodio-calcite. Dans ses tentatives infructueuses faites pour produire ce composé par voie artificielle, il a constaté la présence d'un nouveau calcio-borate de sodium, dont l'existence dans la Nature n'est point impossible et qui présente un certain intérêt en raison de sa température de formation élevée (51°). — M. Struwe présente un Mémoire de **M. L. Guthnick**, attaché à l'Observatoire de Berlin, sur l'étude photométrique des satellites de Jupiter. Les observations, faites avec un photomètre de Zöllner sur le réflecteur de 11 pouces de l'Observatoire de Bothkamp, constituent la suite des recherches photométriques antérieures du même auteur sur la variabilité de l'intensité lumineuse des satellites de Jupiter, tout en résumant tous les résultats jusqu'ici trouvés. — M. Helmert communique une Note de **M. Ad. Schmidt**, directeur de l'Observatoire de Magnétisme terrestre à Potsdam, sur la détermination du potentiel général d'aimants quelconques et sur le calcul, basé sur cette détermination, de leurs effets mutuels. L'auteur y traite d'une façon tout à fait générale le problème de l'effet pondéromoteur de deux aimants, en supposant l'état magnétique de l'un et de l'autre défini par une série de fonctions sphériques, représentant le potentiel général de l'aimant en question. Elles se déterminent à leur tour d'une façon empirique par l'effet mutuel des aimants donné par l'observation. Ces constantes, combinées aux facteurs caractéristiques de la position mutuelle des aimants, permettent de calculer le potentiel de l'un des aimants relativement à l'autre, ce qui donne également les moments de rotation et les forces que les aimants exercent entre eux. L'auteur trouve une expression fermée, se prêtant aux applications numériques aussi bien qu'aux recherches théoriques, du terme général de ce développement en série.

Séance du 4 Avril 1907.

M. A. Auwers présente un Mémoire relatif à la suite de sa réduction des anciennes observations méridiennes de Bradley. La réduction des observations d'étoiles fixes faites avec l'instrument de passage en 1743-1750 est terminée, à l'exception de quelques séries diurnes, ne contenant ni étoiles fondamentales, ni d'autres étoiles du catalogue de 1755, et pour lesquelles il s'agira par conséquent de trouver des points de raccord. A ces exceptions près, les ascensions droites apparentes, ainsi que leurs réductions au commencement de l'année, sont complètes; on a également réuni pour la première moitié de la journée les valeurs correspondant à chacun des astres catalogués, réduites à 1745,0. L'auteur a enfin formé les moyennes à insérer dans le catalogue pour le premier quart de la journée. Une comparaison avec ces moyennes lui fournit, comme erreur moyenne d'une observation d'ascension droite (moyenne déduite de 4.884 observations sur 513 astres), entre les déclinaisons — 20° et + 30°, la valeur de ± 0,22s. Comme l'erreur moyenne d'une ascension droite, observée avec le nouvel instrument de passage de Bradley, a été trouvée égale à ± 0,18s. dans la même zone, le poids d'une observation de l'ancienne série doit avoir été égal à 0,7 de celui des observations ultérieures. Pour les déclinaisons supérieures, en raison de la moindre facilité de trouver les erreurs instrumentales, ce rapport est cependant un peu moins favorable pour l'ancien instrument, pour lequel l'erreur moyenne, déduite de 6.545 observations sur 772 étoiles, ne diffère pas sensiblement de ± 0,21 sec. δ, tandis que, dans la réduction de la série ultérieure, l'accroissement de l'erreur moyenne reste sensiblement au delà de celui de sec. δ. — M. Auwers présente ensuite la seconde section du catalogue stellaire pour la zone de 6° à 10° de déclinaison australe, rédigé par le Professeur **N. Herz**, à Vienne. Cette seconde section renferme les lieux moyens pour 1890,0 des étoiles ne se trouvant comprises qu'une fois dans les observations de zones faites à l'Observatoire de Kuffner, en 1888-1891, aussi bien que de certaines étoiles, observées à plusieurs reprises, mais qui avaient été omises par mégarde dans la première section.

Séance du 11 Avril 1907.

M. H. A. Schwarz rend compte de la démonstration purement géométrique de l'existence de la configuration de Pascal, trouvée récemment par le Professeur Hessenberg. L'importance de cette nouvelle démonstration est due à son indépendance du postulatum de l'axiome des parallèles et des considérations de continuité. Il est, en effet, possible de baser sur cette démonstration une nouvelle démonstration purement géométrique du théorème fondamental de la Géométrie synthétique, en ne se servant ni de considérations de continuité, ni de la validité posée en axiome du théorème des parallèles. — **M. Zimmermann** adresse la suite de ses recherches sur les barres chargées par des forces longitudinales et supportées élastiquement en direction transversale dans certains de leurs points. Le présent Mémoire est relatif à la barre non rectiligne, mais composée de sections droites situées dans un même plan.

Séance du 25 Avril 1907.

M. H. K. Vogel indique la construction d'un nouveau spectrographe. Les exigences toujours croissantes au sujet de la stabilité des spectrographes employés pour déterminer, au moyen du déplacement minime des raies spectrales, le mouvement des astres, dans le rayon de vision, ont engagé l'auteur à construire un appareil dont la boîte est venue de fonte avec toutes ses parties. La matière dont se compose celle-ci est un

alliage nickel-aluminium, qui, en dehors d'une grande légèreté spécifique, présente l'avantage d'une rigidité considérable. La fonte si difficile de cette boîte compliquée a pleinement réussi; l'appareil se distingue par sa stabilité remarquable, surtout par rapport aux effets de torsions. — Le même auteur présente un Mémoire de **M. H. Ludendorff**, observateur à l'Observatoire d'Astrophysique de Potsdam, sur l'orbite de l'étoile spectroscopique β-Ariétis. Le nombre d'étoiles reconnues comme systèmes d'étoiles doubles spectroscopiques s'est accru considérablement dans ces dernières années, grâce à l'activité si intense qui règne actuellement dans le domaine de la détermination des vitesses radiales. Les déterminations des orbites de ces astres sont cependant loin de se maintenir au courant de ces découvertes toujours renouvelées : les éléments des orbites n'ont été calculés avec une exactitude plus ou moins grande que pour 25 des 180 étoiles à vitesse radiale variable qu'on connaît actuellement. L'auteur détermine les éléments de l'orbite de l'étoile double mentionnée ci-dessus sur la base de 76 mesures du spectre. La durée de révolution se trouve égale à 107 jours et la valeur minima du demi-grand axe de l'orbite à environ 23.000.000 de kilomètres. L'excentricité, de 0,88, est la plus grande qu'on ait jamais constatée dans le cas d'une étoile double spectroscopique.

Séance du 2 Mai 1907.

M. G. Frobenius adresse une Note ultérieure sur un théorème fondamental de la Théorie des ensembles. Dans un premier Mémoire, présenté à l'Académie en 1903, il avait déduit plusieurs formes du théorème suivant : « Le nombre d'éléments d'un ensemble satisfaisant l'équation $X^n = A$ est divisable par le diviseur commun maximum de n et g, g étant le nombre d'éléments interchangeables avec A de l'ensemble en question. » Or, ce théorème peut se généraliser en remplaçant le nombre $X = R$ de ces éléments par la somme $\Sigma\chi(R)$, χ étant un caractère quelconque de l'ensemble R. De là, on retrouve le théorème précédent, en choisissant pour χ le caractère principal, lequel est égal à l'unité pour chaque élément R. L'auteur n'a point réussi à démontrer ce théorème généralisé avec les mêmes moyens simples que dans le cas spécial antérieurement traité; il a dû recourir à certaines considérations, employées par M. Blichfeldt pour la démonstration du théorème spécial. Il est bon de remarquer que le mot *caractère* peut se prendre dans son acception la plus large. La proposition, étant valable pour tout caractère *simple*, doit, en effet, l'être aussi pour toute combinaison linéaire χ de ces caractères, dont les coefficients sont des nombres entiers *positifs* ou *négatifs*. Dans le premier cas, χ est ce que l'auteur appelle un caractère *composé*; dans le dernier cas, un caractère dit *impropre*. M. Frobenius indique enfin une forme particulièrement commode du nouveau théorème.

Séance du 16 Mai 1907.

M. Em. Fischer présente un Mémoire sur la composition chimique de la soie due à une grande araignée malgache (*Nephila madagascariensis*). Cette soie, qui est produite, dans une station d'essais de Tananarive, par le Père Camboué, ressemble beaucoup à la soie ordinaire, dont elle ne se distingue que par sa belle couleur orangée. L'absence de toutes matières solubles dans l'eau (colle), et la présence de l'acide glutaminique. La grande ressemblance chimique des sécrétions d'organes présentant une différence morphologique si marquée que les glandes du ver à soie d'une part et celles d'une araignée de l'autre, est un phénomène biologique hautement remarquable. — M. Orth communique une Note du Professeur **C. Neuberg** sur l'origine du pétrole. En se basant sur la considération que certaines substances constitutives de l'albumine, à savoir les amino-acides, sont capables de fournir des corps de conversion optiquement actifs, l'auteur a émis l'hypothèse que les albuminoïdes de certains organismes animaux et végétaux préhistoriques constituent l'origine de l'activité optique du naphte. Après avoir démontré que la putréfaction des protéines donne naissance à de grandes quantités d'acides gras d'une forte activité optique, il fait voir, par l'expérience, qu'on réalise, avec un mélange d'acide oléique absolument pur et un peu d'acide *d*-valérique, tant par la chaleur sous pression que par la distillation sèche générale, un produit qui, après purification, présente toutes les propriétés, y compris le pouvoir et la direction de rotation, du naphte naturel. Le pouvoir de rotation de ce produit s'accroît également à point d'ébullition croissant des fractions; ses fractions à molécules composées donnent enfin les réactions colorées de la cholestérine, à l'égal des produits de distillation à point d'ébullition élevé des pétroles.

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 10 Mai 1907.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — **M. R. Girtler** détermine l'énergie de rotation moyenne d'un système mécanique analogue à un gaz et applique les équations obtenues à un gaz dont les molécules sont des corps élastiques. — **MM. A. Franke** et **M. Kohn**, en faisant réagir les combinaisons organo-magnésiennes sur les alcools cétoniques, ont obtenu les glycols correspondants. C'est ainsi que CH^3MgI et l'alcool de la diacétone donnent le 2 : 4-diméthylpentane-2 : 4-diol.

2° SCIENCES NATURELLES. — **M. W. Trabert** a reconnu que le föhn a une influence physiologique sur les individus à Innsbruck. Ceux-ci éprouvent un état de malaise anormal lorsqu'une dépression barométrique règne ou s'approche du lieu d'observation; ils se sentent bien lorsque la pression barométrique est élevée ou augmente. — **M. F. Steindachner** décrit une nouvelle espèce d'*Arges* des Hautes Andes de Cayendelet, l'*Arges Theresiæ*. — **M. R. Sturany** a déterminé un certain nombre de Gastéropodes nouveaux de l'Albanie du Nord : *Campylaea zebiana*, *C. dochii*, *C. munelana*, *Buliminus* (*Ena*) *merditanus*, *B. zebianus*, *B. latifianus*, *B. winneguthi*, *Chondrula quadridens nicollii*, *Clausilia apfelbecki*, *C. thaumasia*.

Séance du 16 Mai 1907.

SCIENCES PHYSIQUES. — **M. O. Hönigschmid** a préparé par la méthode aluminothermique les siliciures de Mo, Tu et Ta, qui répondent à la formule générale $MeSi^2$. — **M. A. Kailan** a étudié la déshydratation de l'alcool par la chaux vive. La valeur la plus propice du rapport K/A, où K est le nombre de kilogs de chaux et A le nombre de litres d'alcool, est de 0,55 pour l'alcool à 92 °/₀; on obtient après 3 h. 1/2 d'ébullition de l'alcool à 99,5 °/₀ et après 6 heures de l'alcool à 99,9 °/₀. — **M. H. Rosinger**, en condensant le glyoxal avec l'aldéhyde isobutyrique, a obtenu un corps $C^{10}H^{18}O^4$, F. 55°, donnant par réduction un corps $C^{10}H^{22}O^4$, F. 127°; on obtient, en outre, les produits de condensation de l'aldéhyde isobutyrique. — **M. A. Kailan** a étudié l'éthérification des acides anisique, gallique, cinnamique et hydrocinnamique par HCl alcoolique et déterminé la nature et les constantes de la réaction.

LOUIS BRUNET.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 15 15 AOUT 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

La parallaxe de la 61e du Cygne. — Le savant astronome américain F. L. Chase, de l'Observatoire de Yale University, vient de faire un nouvel examen des mesures de parallaxe de cette célèbre étoile qui est, comme on sait, la première dont la distance ait été déterminée, et de prendre lui-même de nouvelles mesures à l'héliomètre de cet Observatoire.

Bergstrand, d'Upsal, a, en 1905, partagé toutes les mesures parallactiques de cette étoile en trois classes, comprenant trois périodes distinctes, c'est-à-dire de 1838 à 1853, 1853 à 1880, et 1880 à 1905. Les résultats antérieurs aux mesures de Bessel sont considérés comme dépourvus de précision. Les valeurs conclues se classent dans l'ordre suivant :

Classe I. . . . $\pi = +0''35$ à $+0''40$
— II . . . . $\pi = +0''43$ à $+0''56$
III . . . . . $\pi = +0''21$ à $+0''24$

valeurs auxquelles nous pouvons ajouter des déterminations photographiques :

Classe IV . . . . . $\pi = +0''29$ à $+0''43$.

D'autre part, Wilsing et Davis, Kapteyn et Peters ont trouvé des valeurs différentes pour les deux composantes, valeurs non concordantes d'ailleurs.

M. Chase a pensé qu'il était nécessaire de faire de nouvelles déterminations à l'aide de l'héliomètre de Yale Observatory. Dans ce but, il choisit deux paires d'étoiles de comparaison dont les angles de position sont, relativement à 61 Cygne, 278° et 101°, et dont les distances sont 4.690″ et 5.060″ avec les grandeurs 6,5 et 8,4 pour la première paire, et dont les angles de position sont 205° et 23° et les distances 5.990″ et 5.840″ avec les grandeurs 7,5 et 8,4 pour la seconde paire.

Les mesures ont été commencées au mois d'octobre 1904 et ont été au nombre de 230 séries.

La discussion de ces observations a conduit l'auteur au résultat suivant :

$$\pi = +0''291 + 0''005.$$

L'examen des catalogues d'étoiles ne montre aucun mouvement propre appréciable pour les étoiles de comparaison.

Ce résultat confirme les déterminations héliométriques de Peters, ainsi que les mesures photographiques, et, comme la valeur trouvée est la même pour les deux composantes, nous devons penser que les deux étoiles sont physiquement associées comme on l'admet généralement.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Le sauvetage des navires par l'air comprimé. — Lorsqu'un navire a coulé, le procédé classique pour le relever consiste à passer sous sa coque des chaînes en nombre suffisant, et à fixer ces chaînes à des allèges ou à un dock préalablement rempli d'eau et amené au-dessus de l'épave. En vidant le dock au moyen de pompes, on produit une force ascensionnelle qui soulève le navire; on peut remorquer l'ensemble jusqu'à un endroit où le fond soit moins grand, et, en répétant l'opération, s'il y a lieu, un certain nombre de fois, conduire le bâtiment au bassin, ou du moins l'échouer près du rivage de manière que les scaphandriers puissent aveugler la voie d'eau.

Cette méthode est sûre, mais elle a l'inconvénient d'être très lente; le passage des chaînes sous la coque présente souvent des difficultés presque insurmontables; enfin, il faut disposer d'un matériel considérable, et l'opération ne peut réussir que si la mer est calme; car la moindre houle, soulevant par moments les allèges ou le dock, produirait immanquablement la rupture des chaînes, et tout serait à recommencer.

Il est certainement préférable, lorsqu'on le peut, de recourir au procédé de l'air comprimé: envoyer dans la coque de l'air à une pression un peu supérieure à celle qui correspond à la profondeur; laisser l'eau s'écouler par la brèche qui lui a livré passage, ou, au besoin, si cette brèche est à la partie supérieure, la boucher et percer un trou au fond pour la sortie de l'eau. La coque remonte toute seule dès qu'elle est suffisamment allégée, et il n'y a plus qu'à la remorquer au port pour la réparer.

Bien entendu, cette manœuvre exige de multiples

précautions : il faut obturer soigneusement toutes les ouvertures (panneaux, sabords, etc.) par où l'air pourrait s'échapper; il faut aussi consolider les ponts, qui ne sont pas faits pour supporter des pressions, même faibles, et qui risqueraient d'éclater; si le navire est grand, on doit remplir d'air successivement ses divers compartiments, en agissant symétriquement de manière que l'une des extrémités ne se relève pas avant l'autre. Les scaphandriers ont à faire dans la coque un travail difficile; mais l'opération est certainement possible, au moins dans certains cas, ainsi que le prouve la réussite d'une tentative faite tout récemment : le grand paquebot *Bavarian*, de l'Allan Line, s'étant échoué sur la côte du Canada et complètement rempli d'eau, c'est par le moyen de l'air comprimé qu'on a pu le sauver.

Il y a une classe de navires pour lesquels, en cas d'accident, ce procédé serait particulièrement indiqué : ce sont les sous-marins. Leur coque, en effet, est très résistante : il n'y aurait donc aucune consolidation à faire, il suffirait que les panneaux fussent fermés, pour empêcher l'air de s'échapper. Lors des naufrages du *Farfadet* et du *Lutin*, à Bizerte, l'opinion publique s'est émue à juste titre du temps trop long qu'a nécessité le renflouement; pour le *Farfadet*, en particulier, si l'opération avait pu être effectuée plus rapidement, on aurait peut-être pu sauver quelques-uns des hommes de l'équipage. Mais le passage des chaînes sous la coque, à travers une vase épaisse, était extrêmement pénible et exigeait de nombreuses journées de travail. L'emploi de l'air comprimé, si les bâtiments avaient possédé l'installation nécessaire, eût été plus expéditif.

La plupart des sous-marins sont maintenant munis de la partie essentielle de cette installation : dans chaque compartiment du navire se trouve sur la coque un robinet manœuvrable de l'extérieur, et sur lequel peut se visser un tuyau par lequel arriverait l'air comprimé. Pour la sortie de l'eau, si la brèche par où elle est entrée n'y suffisait pas (où si elle était à la partie supérieure), on se servirait des prises d'eau disposées pour le remplissage des ballasts. Quant aux pompes de compression, tous les navires de guerre en possèdent pour le chargement des torpilles.

On peut espérer que, si — ce qui est du reste improbable — un nouvel accident grave arrivait à l'un de nos sous-marins, son renflouement serait grandement facilité par ce procédé.

§ 3. — Electricité industrielle

Emploi de l'électricité pour le dégel des conduites d'eau. — Il est reconnu, depuis plusieurs années, que l'électricité permet de dégeler les conduites d'eau sans danger ni inconvénient grave ; mais les résultats quantitatifs et les données économiques sur le sujet sont rares, et en général variables selon les cas, le mode d'application de la méthode, le mode de pose des conduites d'eau, leur longueur, etc. Le tableau suivant résume assez bien les éléments de cette application nouvelle de l'électricité. Ce tableau, reproduit dans le *Technical Yearbook*, est emprunté à un Mémoire de M. Walter M. Dann, et établi en unités anglaises, que nous avons approximativement traduites dans les colonnes 1 et 2.

DIAMÈTRE en millimètres approximatif	LONGUEUR en mètres	DURÉE nécessaire d'application du courant en minutes et heures	INTENSITÉ
—	—	—	—
12,7	15	5 minutes	250 ampères
12,7	25	15 —	300 —
12,7	30	45 —	150 —
19	26,5	23 —	300 —
19	30	10 —	135 —
19	75	30 —	250 —
19	115	10 —	300 —
25,4	13,5	17 —	140 —
25,4	78	20 —	500 —
25,4	180	1 h. 0 minutes	60 ampères
25,4	210	5 h. 0 —	175 —
50,7	6	3 —	2.000 —
50,7	15	2 h. 0 —	500 —
50,7	20	4 —	160 —
50,7	90	2 h. 30 —	250 —
101,6	240	3 h. 0 —	300 —
152,4	120	2 h. 10 —	800 —

§ 4. — Géologie

Le Musée houiller de l'Université de Lille. — Les laboratoires de Géologie des Facultés des Sciences possèdent tous des collections plus ou moins développées, qui sont indispensables à l'enseignement. Le plus souvent aussi, dans la collection générale, les échantillons relatifs aux fossiles, aux roches et aux minéraux de la région qui avoisine le centre universitaire sont naturellement plus nombreux que ceux des régions plus éloignées ; ils constituent, en effet, pour les étudiants et pour les travailleurs, une ressource précieuse : c'est là que doivent se trouver, autant que possible, tous les renseignements intéressant le sol et le sous-sol de la région. Ces idées ont toujours été celles qui ont présidé à l'installation de l'Institut géologique de l'Université de Lille, et la collection régionale, formée par les soins de M. Gosselet, pendant quarante années de travaux et de découvertes, occupe 1.150 tiroirs, dans une salle de 50 mètres de longueur sur 20 de largeur. Les richesses de cette collection — qui a pris avec raison le nom de Musée Gosselet — sont libéralement mises à la disposition des travailleurs et ont déjà rendu de grands services, soit par les pièces uniques qu'elle renferme (fossiles, roches, fournissant les types pour la détermination des résultats des sondages si nombreux dans la région), soit par l'abondance des fossiles de certaines parties de la région lilloise et ardennaise [1].

Mais à Lille, ou plus exactement au sud de Lille, existe, comme l'on sait, le grand bassin houiller du nord de la France, dont l'importance industrielle et économique est la suivante : en 1906 (malgré la longue grève des mineurs en mars-avril), on a extrait 22 millions 071.174 tonnes de houille, représentant, avec les sous-produits, une somme de 249 millions de francs, sur lesquels 85.000 mineurs ont touché 128 millions de francs. Il était donc naturel de songer à donner, dans la collection régionale, une place importante à la région houillère, et bien vite l'on fut amené — devant l'importance des faits et des matériaux recueillis — à envisager la nécessité de créer une collection spéciale, un « musée houiller, capable de montrer aux nouvelles générations la formation des gisements miniers, ainsi que la disposition des veines et des coupes des mines des deux bassins du Nord et du Pas-de-Calais [2] ». C'est ce Musée houiller qui a été inauguré officiellement le 5 mai 1907 par M. Bayet, directeur de l'Enseignement supérieur, représentant le Ministre de l'Instruction publique.

Le programme d'un musée houiller pourrait se résumer de la façon suivante : l'exploitation de la houille fournit, en même temps que des produits indispensables à l'industrie, des documents scientifiques qu'il est du devoir élémentaire des Services publics de

[1] A côté des collections de l'Université, il existe, dans presque tous les centres universitaires, un Musée d'Histoire naturelle, où la Géologie, que nous envisageons surtout, tient en général peu de place et doit surtout être considérée à un point de vue général. Les musées éloignés du centre universitaire devraient — comme à Boulogne, par exemple — pouvoir recueillir toutes les trouvailles géologiques, qui, sans cela, sont le plus souvent perdues pour la science.

[2] Discours de M. Bayet.

conserver. Après les plans, les roches, les minéraux, les fossiles rencontrés au cours des travaux, qui, par leur étude et leur comparaison, permettent à ceux qui s'en occupent de venir en aide à l'art des mines, constituent les matériaux les plus importants à conserver, d'autant plus que le progrès de l'exploitation même fait disparaître pour toujours les documents extraits. En outre, pour intéresser le grand public, lui aussi, à toutes les questions relatives au bassin houiller, il est bon qu'en même temps que les produits des houillères, il y ait des cartes, des vues photographiques des gisements, des restaurations aussi exactes que possible des temps lointains où se formaient le charbon et le bassin lui-même. De plus, un musée houiller doit renfermer aussi, avec les instruments usuels, les instruments savants : sismographes et autres, qui enregistrent les mouvements du sol ; les lampes, eudiomètres, etc., qui décèlent le grisou et mesurent l'importance de ses dégagements ; enfin, il faut qu'il montre aussi que l'on s'occupe de l'hygiène du mineur et de quelle façon on lutte contre l'ankylostomiase et les affections parasitaires qui menacent l'ouvrier. L'on peut, en dernier lieu, songer à y établir une section où tout ce qui intéresse et tout ce qui a été fait pour les besoins matériels et moraux du mineur et de sa famille soit montré, pour ne pas dire révélé, au grand public.

Le conservateur du Musée de Lille, M. Ch. Barrois, a su intéresser à son œuvre une foule de notabilités et de corps constitués et obtenir, pour le Musée et pour l'enseignement qui y est attaché, des subsides qui lui ont permis de réaliser une bonne partie du programme qu'il s'était proposé. Une mention spéciale est due à la Chambre des Houillères du Nord et du Pas-de-Calais, ainsi qu'aux Conseils généraux des deux départements.

Le noyau du Musée houiller est constitué par un plan sur verre au 1/10.000 du bassin du Nord et du Pas-de-Calais. Ce plan, don de la Chambre des Houillères et construit pour le Musée houiller, a figuré à l'Exposition internationale de Liége ; il comprend 8 vitrines : 4 pour le Nord et 4 pour le Pas-de-Calais. La glace supérieure ne porte que les limites des concessions, le contour des bâtiments, usines, corons puits, sondages, le tracé des voies ferrées et celui des voies navigables. Les 100 coupes verticales, orientées N.-S., que l'on peut facilement lire par transparence, sont distantes les unes des autres de 1 kilomètre ; on y a figuré seulement un certain nombre de veines de houille ou couches-repères (key-rocks des Anglais), au nombre de 50, choisies de façon aussi précise que possible d'après leur continuité matérielle, ou, à défaut, d'après leur épaisseur relative, leur composition, la nature du charbon et sa teneur en matières volatiles, l'épaisseur et les caractères des stampes. Ces *veines-repères* ont une teinte spéciale, que l'on retrouve avec leur nom sur des coupes verticales placées sur les trumeaux des fenêtres et qui donnent la série complète de toutes les veines et passées de charbon reconnues dans le bassin depuis les plus inférieures jusqu'aux supérieures, à l'échelle de 1/300, ainsi que les stampes stériles : grès (en rose), schistes (en bleu). Sur les coupes en verre, on a figuré le niveau du sol, la base des morts-terrains, le niveau de la mer et les lignes à 200, 400, 600, 800, 1.000 et 1.200 mètres au-dessous du niveau de la mer, ainsi que les limites géologiques — nécessairement un peu hypothétiques — du bassin. La première coupe de chaque vitrine reproduit exactement la première coupe de la vitrine précédente.

Fig. 1. — *Vue d'ensemble du Musée houiller de Lille.*

Un soin spécial a été donné à la recherche, à la conservation et à la détermination de tous les fossiles animaux et végétaux, puisque c'est grâce à eux que l'on peut comparer et identifier les différentes veines, se rendre compte de leur âge relatif et des conditions qui ont présidé à l'établissement du mur et surtout du toit de chaque veine. Ce sera par l'étude systématique et comparée des divers toits des veines que l'on arrivera à se mettre d'accord pour l'assimilation exacte des différentes veines exploitées dans les différentes concessions et dissiper l'incertitude qui règne encore à ce sujet parmi les ingénieurs.

Parmi le grand nombre de plantes déjà récoltées, 650 exemplaires étaient assez bien conservés pour être déterminés exactement. Ces échantillons se trouvent

exposés d'une façon toute nouvelle et fort ingénieuse dans 8 vitrines constituées par des casiers en fer, à claire-voie, où les échantillons, montés les uns au-dessus des autres, pendent verticalement dans une position stable, permettant au visiteur d'observer tous les caractères.

Les vitrines sont disposées suivant l'ordre botanique, savoir :

Cryptogames vasculaires.	Lycopodinées : *Lépidodendrons et Sigillaires*;
	Equisétinées : *Calamites, Annulaires et Asterophyllites*;
	Fougères : *Pecopteris*.
Phanérogames.	Cycadofilicinées : *Mariopteris*, *Sphenopteris et Alethopteris*.
	Cordaïtes.

Quelques échantillons sont tout à fait remarquables; étudié, couvrant 100 mètres carrés, et composé par un artiste de talent, M. E. Lebrun, d'après les esquisses de M. P. Bertrand, préparateur du Musée houiller. Ce tableau (fig. 3) représente une lagune sur les bords de laquelle croissent de grands arbres : *Lepidodendrons* aux tiges bifurquées, *Sigillaires* en forme de colonnes cylindriques cannelées, *Fougères* arborescentes, *Cordaïtes* aux larges feuilles. Au milieu des eaux dormantes verdies par les algues, s'élèvent des touffes de *Calamites* aux formes grêles et élancées, et, au premier plan, deux reconstitutions originales de Cycadofilicinées : à droite un *Alethopteris*, à gauche un *Nevropteris*.

Une aile d'insecte découverte à Liévin, quelques écailles de poissons séparées trouvées à l'Escarpelle sont actuellement les deux seuls représentants de ces deux groupes si développés dans d'autres bassins houillers. Par contre, d'importantes séries de mollusques,

Fig. 2. — *Les troncs d'arbres conservés au Musée houiller de Lille.*

citons, par exemple, les grandes pennes d'*Alethopteris* et de *Sphenopteris* venues d'Aniche, des *Nevropteris* de Bruay et de l'Escarpelle, des *Pecopteris* et des *Sigillaires* d'Aniche, une plaque couverte de *Trigonocarpus* de Bruay, un *Codonospermum* d'Aniche, une graine de *Cordaites* (*Cardiocarpus*) et une hampe florale de *Dorycordaïtes*.

Chaque meuble porte latéralement une aquarelle qui offre au visiteur la reconstitution d'une des plantes dont les débris sont exposés; une notice très courte donne les caractères sommaires de la famille disparue. Cet ordre botanique, qui facilite le classement et les comparaisons, n'est d'ailleurs que provisoire, et les conservateurs espèrent, lorsque le Musée aura des collections plus étendues, le remplacer un jour par un rangement stratigraphique où chaque veine du bassin serait représentée par ses espèces propres ou par ses plantes les plus remarquables.

Dans un coin de la salle sont groupés quelques troncs d'arbres houillers : Lepidodendrons, Sigillaires aplatis par le poids des sédiments ou restes cylindriques debout avec leurs racines (fig. 2).

Le fond de la salle est orné d'un décor artistique très

tant saumâtres que marins, trouvés dans le terrain houiller, entre les veines de houille, à Carvin, Flines-les-Raches, Aniche, l'Escarpelle, Anzin, fournissent dans la pratique des repères d'une valeur absolue et indiquent aussi que les houilles du bassin franco-belge se sont déposées au voisinage de la mer dans une région soumise aux incursions marines.

Un des meubles renferme des nodules recueillis dans certaines veines : les uns sont des *clayats*, formés sur place par concrétion de carbonates de chaux et de fer, qui montrent parfois, sur des sections transversales, la structure intime des tissus organiques enclavés et merveilleusement conservés ; les autres (galets roulés ou blocs à peine arrondis) sont formés de roches étrangères (schistes, grès et phtanites marins du houiller plus ancien, quartzites et roches gneissiques et granitiques) entraînés dans le bassin houiller à différents niveaux. Tels sont les roches du poudingue marin reconnu à Nœux, Hénin-Liétard et Liévin, le banc de grès à cuérelles de Bruay avec galets roulés de houille, les blocs exotiques plus ou moins anguleux de la veine du Nord à Aniche.

Une catégorie importante d'échantillons a aussi sa

place marquée au Musée houiller : ce sont les échantillons prélevés dans les sondages effectués pour la recherche de la houille. Les sondages du XVIIIe siècle sont tous perdus, ainsi qu'une grande partie de ceux du siècle dernier, et il est d'autant plus important de veiller à la conservation de ceux qui s'effectuent de nos jours qu'ils deviennent toujours plus profonds et plus onéreux; 100 mètres des carottes du sondage de Bois-Bernard, qui a atteint le houiller à 1.200 mètres environ, sont exposés dans des montures spéciales. C'est dans les carottes de ces sondages de Bois-Bernard, de Liévin, de Crespin, que l'on a trouvé les poissons cuirassés du vieux grès rouge, c'est-à-dire du Dévonien inférieur superposé dans ces points au terrain houiller, restes qui ont été étudiés par M. Leriche, maître de conférences de Paléontologie houillère. Les autres débris organiques fournis par ces carottes, et exposés dans des vitrines spéciales, sont en voie de publication.

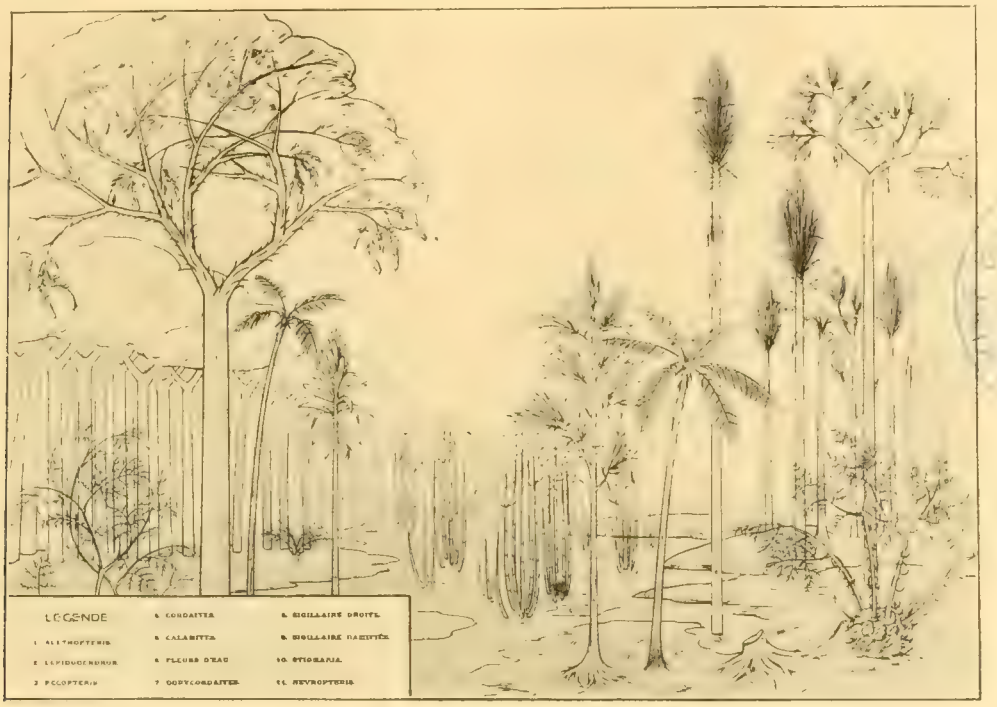


Fig. 3. — *Vue de la forêt houillère reconstituée au Musée houiller de Lille.*

Telles sont, actuellement, les richesses du nouveau Musée houiller de l'Université de Lille. Il est unique en France et nous semble une tentative, d'ailleurs pleine de promesses, tout à fait intéressante et appelée à rendre dès maintenant et surtout dans l'avenir les plus grands services; il constituera, en effet, au point de vue du bassin houiller du Nord de la France, une mine unique de renseignements et de documents.

Si l'on veut bien se rappeler aussi qu'à Lille se trouve le siège de la Société géologique du Nord, dont les publications (*Annales* et *Mémoires*) très recherchées renferment tous les renseignements pouvant intéresser la région du Nord, on ne pourra s'empêcher d'être frappé par l'activité et l'importance de l'Ecole géologique du Nord de la France [1], et de la vitalité qu'ont su lui imprimer son fondateur M. Gosselet et l'un de ses élèves, M. Ch. Barrois, membre de l'Institut, son successeur à la Faculté des Sciences, et aussi de se rendre compte des services que l'Institut de Géologie de Lille a déjà rendus et sera amené à rendre à tous ceux qui s'intéressent à la région du Nord de la France.

H. Douxami,
Maître de Conférences de Géologie et de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Lille,
Président de la Société géologique du Nord.

§ 5. — Enseignement et Sociétés

Les Amis de l'Université de Paris. — A l'assemblée générale de cette Société, le Rapport annuel a été lu par M. Lyon-Caen, membre de l'Institut, doyen de la Faculté de Droit. Voici quelques extraits de cet intéressant document.

L'Association possède aujourd'hui un capital supérieur à 200.000 francs et le projet de budget pour l'année prévoit un total de recettes de 20.109 francs.

Comme les années précédentes, la Société contribue, dans la mesure de ses moyens, à la vie de l'Université de Paris.

Elle accorde trois bourses de voyage de 600 francs chacune : 1° à M. Lasague, qui doit se rendre en Espagne et préparer une thèse de doctorat en droit sur le régime des livres fonciers dans les pays latins; 2° à M. Sibert, qui va à Londres et à Oxford étudier l'histoire du « premier ministre » en Angleterre; 3° à M. Scelle, qui se destine à l'agrégation de droit public et qui continuera dans les archives anglaises ses études sur les traités relatifs à la traite des nègres.

L'Association accorde une nouvelle subvention à un original groupement d'étudiants de la Faculté des Sciences, qui, depuis quelques années, se réunissent dans une salle de la Sorbonne pour y discuter, s'entretenir de leurs travaux, chercher la solution de problèmes.

Une utile création a été faite à la Faculté des Sciences par le regretté Moissan, qui avait constitué, pour les élèves de l'Institut de Chimie appliquée, un enseignement de langues vivantes, allemand, anglais et spécia-

[1] MM. L. Dollo, conservateur du Musée royal d'Histoire naturelle de Bruxelles, et L. Cayeux, qui vient d'être nommé professeur de Géologie à l'Ecole nationale des Mines, — pour ne citer que ceux-là, — sont des anciens élèves de l'Institut de Géologie de Lille.

lement espagnol. « Il avait constaté que trop souvent, dans les Etats de l'Amérique du Sud, les jeunes Français, par suite du défaut de connaissance de la langue du pays, ne peuvent obtenir les places qu'ils sollicitent dans l'industrie. » A cet enseignement, qui a une utilité nationale réelle, l'Association accorde une nouvelle subvention de 1.000 francs. Le rapporteur exprime le souhait qu'un enseignement semblable soit créé dans les Facultés de Droit et de Médecine.

Une somme de 2.000 francs est mise à la disposition de M. Roger, professeur de Pathologie comparée et expérimentale à la Faculté de Médecine, pour l'achat d'appareils nécessaires à l'examen du fonctionnement de l'estomac et de l'intestin au moyen des rayons Rœntgen.

M. Lippmann, professeur de Physique à la Faculté des Sciences, en vue de la révision des unités légales des grandeurs électriques par une Conférence internationale, a entrepris la construction d'un électrodynamomètre absolu; une somme de 2.000 francs lui est nécessaire.

Une subvention de 1.000 francs permettra d'enrichir la collection de cartes topographiques à grande échelle constituée par M. Vidal de la Blache, à la Faculté des Lettres.

En juin 1906, une explosion a détruit, à l'Ecole supérieure de Pharmacie, plusieurs appareils du laboratoire de Toxicologie; une subvention permettra de réparer le mal.

M. Lyon-Caen a terminé en ces termes :

« Un membre du Conseil de direction m'écrivait récemment : « Nous sommes huit cents, nous devrions « être huit mille. Moyennant de modestes cotisations « individuelles de 20 francs, nous aurions un revenu « annuel considérable. » Ce serait là un résultat digne d'un pays démocratique comme la France où, les fortunes étant divisées, on ne peut compter qu'exceptionnellement sur les énormes libéralités qui sont faites dans d'autres pays aux universités par un petit nombre de personnes très opulentes. »

Ce que fait aujourd'hui cette Société permet de comprendre les services qu'elle rendrait à l'Enseignement et à la Science, si ses revenus s'accroissaient comme le souhaite son Secrétaire général.

§ 6. — Sciences diverses

La situation économique de la France en 1906[1]. — Les symptômes caractéristiques des périodes de grande activité économique se sont trouvés réunis en 1906 pour témoigner d'un mouvement d'affaires considérable. Les recettes des chemins de fer présentent sur l'année précédente une plus-value importante; les divers revenus de l'Etat qui se proportionnent à l'étendue des transactions intérieures, — impôt sur le timbre des effets de commerce, contributions indirectes, — enregistrent de notables accroissements. La marche ascensionnelle des prix des matières premières, qui se dessinait ces dernières années, s'est encore accentuée; les métaux, le cuivre, en particulier, ont atteint des cotes bien rarement pratiquées jusqu'à ce jour et qui démontrent l'intensité de la consommation. En Bourse, les valeurs industrielles ont été particulièrement recherchées et quelques-unes — valeurs minières notamment — se sont élevées à des cours correspondant à des dividendes qui ne seront vraisemblablement atteints que dans quelques années.

Ce développement général des affaires a eu pour accompagnement naturel un resserrement monétaire qui a entraîné à l'Etranger une forte élévation du taux de l'escompte — 6 °/₀ en Angleterre, 7 °/₀ en Allemagne. Grâce à ses fortes réserves métalliques, et, en particulier, à son stock d'or, la Banque de France a pu continuer à maintenir à 3 °/₀ le taux de l'escompte pendant toute l'année 1906, faisant ainsi bénéficier le commerce français d'un avantage très notable dans la négociation de ses traites.

Nos échanges avec l'étranger se sont largement développés. Le montant total des importations et des exportations s'est élevé en 1906 à 10.273 millions, en augmentation de 627 millions sur les opérations correspondantes de 1905, et en amélioration de 1.319 millions et demi sur celles de 1903. Remarquons toutefois qu'en comparant les chiffres de cette dernière année, il ne faut pas manquer de tenir compte de la hausse des prix que nous avons signalée plus haut, et qui fait qu'une même quantité d'affaires se traduit par des sommes différentes suivant les cours adoptés, chaque année, par la Commission permanente des valeurs de douane pour transformer les quantités en valeurs.

Les importations d'objets d'alimentation ont augmenté de 131 millions, tandis que nos exportations diminuaient de 49 millions et demi. Ce recul provient, en partie, de la place perdue par nos produits agricoles sur le marché anglais. Les entrées et sorties concernant les matières premières nécessaires à l'industrie se sont accrues dans la même mesure que nos ventes et achats de produits fabriqués. Parmi les marchandises dont l'expansion au dehors se fait le plus remarquer, il faut mentionner les tissus de soie et de bourre de soie, les objets de carrosserie, les automobiles.

Si notre commerce extérieur augmente, il ne faut pas perdre de vue que celui de nos concurrents industriels suit le même mouvement, *avec une progression plus forte* qui fait que nous sommes toujours distancés davantage par l'Angleterre, l'Allemagne et les Etats-Unis. Nous en avons plusieurs fois exposé les causes aux lecteurs de la *Revue*. M. A. Picard, l'éminent Président de la Commission permanente des valeurs de douane, les analyse chaque année dans les Rapports qu'il publie à ce titre. C'est d'abord le défaut de natalité qui restreint inévitablement notre puissance productrice, qui nous empêche de multiplier les foyers d'influence et de propagande commerciale, en essaimant dans le monde, et qui vient réduire l'élasticité du marché intérieur en facilitant les crises de surproduction. Le vaste champ d'expansion de notre domaine colonial ne pourra nous fournir une large clientèle que si nous savons y créer une exportation fructueuse en élevant à nous les habitants indigènes.

La production de luxe constitue notre évidente supériorité sur les marchés étrangers, et les qualités qu'elle nécessite ne sont pas de celles qui s'improvisent en quelques années. Nous conservons donc ici des débouchés assurés. Mais, d'un autre côté, le nivellement des fortunes, les variations fréquentes de la mode, la diffusion du bien-être restreignent la consommation de l'article de luxe, en développant dans une très large mesure l'écoulement de l'objet à bon marché. Il nous faut tenir compte de ces conditions nouvelles et orienter franchement dans ce sens une grande partie de notre production. Il nous faut encore donner de la stabilité à nos tarifs douaniers, rajeunir nos méthodes de vente, ne pas chercher à imposer nos goûts, visiter davantage la clientèle et installer chez elle des comptoirs ou des succursales. Nous ajouterons volontiers, avec M. A. Picard, que les qualités propres à notre race feront le reste.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

[1] Cf. Administration des douanes : *Recensement général du commerce de la France pour l'année* 1906. — Banque de France : *Compte rendu des opérations pendant l'année* 1906. — Administration des monnaies et médailles : *Rapport au ministre des Finances*, 1906.

LES MÉTHODES MODERNES D'ESSAIS MÉCANIQUES DES PRODUITS MÉTALLURGIQUES

PREMIÈRE PARTIE : ESSAIS A LA TRACTION ET MÉTHODES POUVANT S'Y SUBSTITUER

La multiplicité des produits métallurgiques, la sécurité de plus en plus grande que recherchent toujours les constructeurs, avec parfois le maximum de légèreté, la diversité des travaux souvent très pénibles auxquels on soumet la pièce finie, la variation de rendement qu'elle peut fournir suivant le traitement thermique qu'elle a subi, sont autant de facteurs qui ont conduit producteurs et consommateurs à essayer leurs matières premières au point de vue chimique, physique et mécanique et à créer de nouvelles méthodes permettant soit de multiplier les résultats, soit de simplifier le contrôle, soit enfin de mettre en vue de nouvelles qualités du métal ou de mieux analyser les causes des défectuosités.

Nous laisserons de côté les essais chimiques, qui ne présentent aucun caractère de nouveauté, si ce n'est dans le mode opératoire même; nous signalerons toutefois l'emploi de plus en plus fréquent des dosages électrolytiques, si rapides, si précis et si peu absorbants pour l'expérimentateur.

Quant aux essais physiques proprement dits, résistance électrique, magnétisme, dilatation, densité, etc., ils ne trouvent d'applications que dans des cas particuliers et ne sortent guère du domaine du laboratoire.

Il n'en est pas de même de la métallographie microscopique ; mais nous avons décrit en détails cette intéressante méthode[1]. Qu'il nous suffise de répéter ici qu'on ne doit pas espérer qu'elle permette de supprimer tous les autres essais. La métallographie est incontestablement une méthode de contrôle extrêmement précieuse, donnant souvent des indications qu'aucune autre méthode ne fournit (tel, par exemple, l'état des divers constituants après traitement thermique), permettant de déterminer, mieux que tout autre essai, des défauts locaux. Mais elle n'est point cette panacée universelle que veulent voir en elle certains industriels. Cela, on ne saurait le trop dire et redire.

Nous nous bornerons à examiner l'évolution des essais mécaniques, à décrire les plus modernes d'entre eux et à montrer les conclusions auxquelles ils peuvent conduire.

I. — Origine des essais.

Dans un Mémoire extrêmement important, présenté au Congrès international des Méthodes d'Essais des Matériaux de construction, tenu à Paris en juillet 1900, M. Frémont, dont le nom restera indissolublement lié aux méthodes modernes d'essais, décrit l'évolution des méthodes et des appareils employés pour l'essai des matériaux de construction.

Se reportant à un « Traité du fer » publié par Svedenborg, il rappelle qu'autrefois on jugeait principalement un métal à l'examen de la cassure, mais que, cependant, on se livrait à des essais de cintrage et de choc, que Svedenborg décrit ainsi :

« Les marchands choisissent une quantité de barres, 2 ou 3 par 100, qu'ils passent l'une après l'autre dans une encoche pratiquée dans un gros bois ou dans un pieu fixement arrêté dans la terre; d'abord, ils font décrire à la barre un léger arc de cercle et la ramènent à la ligne droite. Si elle souffre la courbure et qu'elle se redresse bien, c'est un indice d'une certaine ténacité. Ils recommencent à la plier et à lui faire faire un ou plusieurs tours en la ramenant ensuite à la ligne droite. Si la barre peut souffrir cette épreuve, c'en est assez; le fer est autant tenace que l'on peut le désirer.

« Pour l'essai de choc, quand les marchands doutent de la nature d'une barre de fer, ils la jettent de toute leur force sur un coin de fer arrêté dans un morceau de bois ou sur quelque autre point d'appui de fer bien aigu, ou bien ils posent la bande sur ce coin et font toucher dessus avec des masses : si les coups marquent sur le fer sans qu'aucune partie de la barre se casse, c'est un signe de ténacité. »

Ce sont ces procédés qui furent appliqués jusque vers 1800. En 1838, parut une Note approuvée par le Ministre de la Guerre et destinée aux officiers chargés des réceptions du matériel. Elle met en garde contre les indications que l'on peut tirer de la cassure et donne comme méthodes à utiliser les épreuves au choc et au pliage.

[1] L. Guillet : L'état actuel de la Métallographie microscopique. *Revue générale des Sciences* des 15 et 30 juillet 1906.

Comme le fait fort justement remarquer M. Frémont, jusqu'en 1860, l'essai à la traction n'est utilisé que pour l'étude des matériaux et pour l'essai des pièces terminées ; ce fut à la suite d'une étude de David Kirkaldy que l'essai à la traction fut utilisé pour la réception :

« L'étude approfondie de la traction, par D. Kirkaldy, fit entrevoir aux ingénieurs des grandes Administrations la possibilité de mesurer la qualité du métal par un essai de traction, tandis que les procédés ordinaires ne permettaient d'apprécier cette qualité que d'une manière arbitraire. »

II. — L'essai a la traction. Ses inconvénients.

§ 1. — Résultats de l'essai de traction.

Il est incontestable qu'à l'heure actuelle l'essai à la traction domine tous les cahiers des charges. Il permet, comme l'on sait, de déterminer la charge de rupture à la traction du métal par millimètre carré, ses allongements pour 100 à la traction et sa striction, que l'on définit généralement par la relation :

$$\Sigma = \frac{S - s}{S} \times 100,$$

S étant la section primitive de l'éprouvette, s la plus petite section après rupture.

Les inconvénients de l'essai à la traction peuvent se résumer comme suit :

L'essai à la traction donne un résultat moyen; dans bien des circonstances, il est utile d'avoir plutôt un résultat local; ce défaut provient des dimensions des éprouvettes, qui sont généralement de $13^{mm},8$ de diamètre et 100 millimètres entre repères (ceux-ci servant à mesurer l'allongement).

C'est un essai coûteux et long; coûteux, de par la préparation des éprouvettes, la machine à utiliser et même la main-d'œuvre d'essai; long, car la préparation des éprouvettes, sans être délicate, demande un certain temps; l'essai lui-même est assez prolongé.

C'est, enfin, un essai d'interprétation souvent délicate, notamment en ce qui concerne la limite élastique. Celle-ci est lue généralement sur le diagramme que décrit la machine (fig. 1) : on prend le point où les allongements ne restent plus proportionnels aux charges. Si ce point est extrêmement net dans certains aciers et laitons, pour lesquels on note dans le diagramme un palier, il n'en est plus de même dans la plupart des produits métallurgiques.

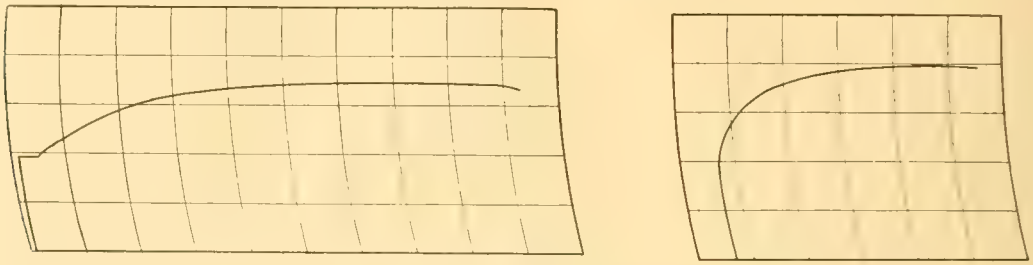


Fig. 1. — *Diagrammes d'essais à la traction avec limites élastiques nettes.* — Le 1er montre un palier.

Aussi a-t-on cherché à perfectionner l'essai à la traction.

§ 2. — Perfectionnements apportés à l'essai de traction.

Laissons de côté tous les progrès effectués au point de vue machines d'essais, enregistrement, etc., mais voyons les méthodes indiquées pour préciser

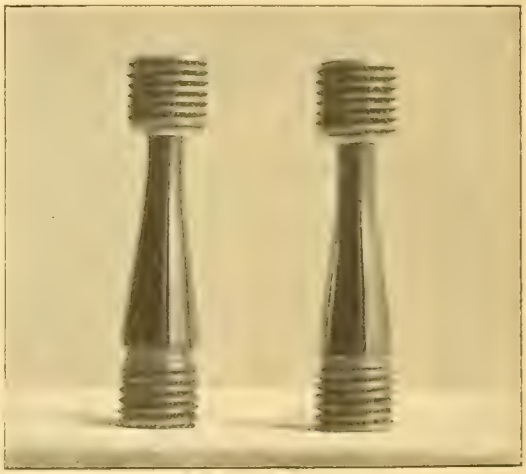


Fig. 2. — *Eprouvettes tronconiques polies, employées dans la méthode Frémont pour la détermination de la limite élastique.*

certains résultats, notamment la mesure de la limite élastique.

Il faut se rappeler la méthode si élégante de M. Frémont; elle a malheureusement le défaut d'être coûteuse, parfois imprécise, et, en tous les cas, de nécessiter une installation de polissage spéciale.

Elle consiste à tractionner une éprouvette, non plus cylindrique, mais formée par deux troncs de cône se rejoignant par leurs sommets (fig. 2). De

plus, le métal est poli sur une partie de la surface, suivant une génératrice.

On tractionne cette éprouvette jusqu'à rupture; comme on connaît la section minimum de l'éprouvette (section de rencontre des deux cônes), qui sera la section de rupture (à moins d'un défaut local), et que la machine sur laquelle on opère permet de connaître la charge totale à laquelle l'éprouvette est soumise, on peut en déduire la charge de rupture par millimètre carré.

Voyons pour la limite élastique.

Lorsqu'on tractionne l'éprouvette jusqu'à rupture, la limite élastique est dépassée dans la plus petite section; mais, l'éprouvette étant tronconique, il y a une section pour laquelle la limite élastique ne sera justement pas dépassée, tandis qu'elle le sera dans la section immédiatement voisine dans la direction du sommet du tronc de cône.

Cette section sur la limite des déformations sera facile à déterminer : en effet, la partie de l'éprouvette qui a été primitivement polie aura perdu son pouvoir réfléchissant sur toute la partie dans laquelle la limite élastique aura été atteinte (fig. 3 et 4); il suffira donc de déterminer la position exacte de cette section au microscope et d'en prendre le diamètre. Connaissant l'effort total exercé sur l'éprouvette et la section en millimètres carrés, on en déduit la limite élastique.

Cette méthode présente plusieurs inconvénients : elle nécessite une installation de polissage que possèdent seuls ceux qui se livrent à la micrographie; de plus, la préparation de l'éprouvette spéciale qu'elle utilise est très coûteuse; enfin, elle ne donne pas toujours la précision que l'on désire : en effet, avec les métaux qui, sur le diagramme ordinaire, donnent un palier très net, la méthode Frémont est elle-même extrêmement précise, mais elle n'est alors d'aucune utilité, le diagramme donnant lui-même le renseignement précis; lorsqu'il y a incertitude sur le diagramme, il y a généralement incertitude sur l'éprouvette, c'est-à-dire que la zone des transformations ne cesse pas subitement; on trouve, au delà d'une partie nettement dépolie sur laquelle on ne peut avoir aucune hésitation, des portions successivement polies et déformées, et l'on est souvent bien hésitant pour arrêter la section limite. Je dois ajouter, cependant, que, pour certains métaux durs, bronzes et aciers, la méthode nous a permis de lever nettement les doutes que laissait le diagramme.

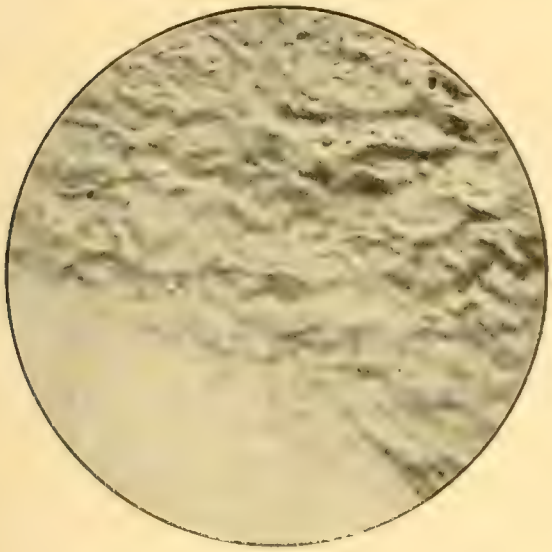


Fig. 3. — *Photographie prise sur la limite de la déformation.*

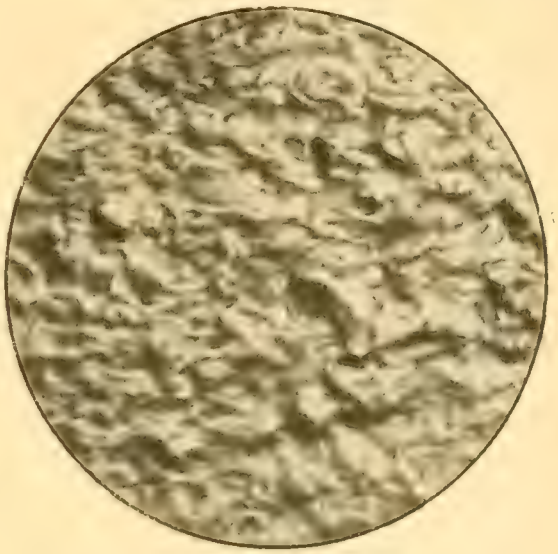


Fig. 4. — *Photographie de la partie déformée.*

Fig. 3 et 4. — *Méthode Frémont pour la détermination de la limite élastique.*

M. Guillery a indiqué que l'on pouvait fixer la limite élastique d'un métal en mesurant la résistance électrique de l'éprouvette, en même temps que les charges correspondantes. Les courbes ainsi tracées se lisent plus facilement que les diagrammes ordinaires et l'on en déduit aisément les limites élastiques (Section française de l'Association des Méthodes d'essais, 21 juin et 21 juillet 1902).

Enfin, le capitaine Fraichet a décrit et expérimenté une élégante méthode qui s'applique aux métaux magnétiques : l'éprouvette, tractionnée avec une vitesse constante, est placée comme noyau d'une bobine comprenant deux enroulements superficiels : un circuit primaire en gros fil, relié aux bornes d'un accumulateur; un circuit secondaire en fil fin, joint à un galvanomètre

ordinaire. Dès que le circuit primaire est fermé, l'éprouvette est traversée par un flux dont la plus grande partie se ferme par les mordaches et le bâti de la machine à traction. Pendant la traction, le flux varie constamment; de ce fait, il se produit dans le circuit secondaire un courant induit dont l'intensité est proportionnelle à la variation instantanée du flux; cette intensité est mesurée par la déviation galvanométrique.

La limite élastique correspond toujours à une chute brusque de la déviation galvanométrique (Section française de l'Association des Méthodes d'essais, 30 mars 1903).

Mais revenons à l'essai de traction, tel qu'on le pratique dans toutes les usines, tel qu'il rentre dans tous les cahiers des charges actuels.

En ayant énuméré les inconvénients, nous sommes conduit à nous demander si une autre méthode plus simple, plus rapide, moins coûteuse ne pourrait pas donner les mêmes résultats ? Il faut bien reconnaître que l'essai à la traction a pour lui une supériorité incontestable : tous les ingénieurs, tous les contrôleurs y sont parfaitement habitués ; il a fourni aux usines un langage courant que tous possèdent merveilleusement et qui a rendu de grands services ; en un mot, cette méthode fournit des paramètres dont tous les intéressés ont grande habitude, qu'ils appliquent couramment dans la pratique et que l'on ne saurait changer subitement.

Mais, cependant, peut-on dire que, dans l'état actuel des choses, l'essai à la traction met en vue toutes les qualités d'un produit métallurgique ?

Nous plaçant successivement à ces deux points de vue, méthodes susceptibles de remplacer l'essai à la traction tout en fournissant les mêmes renseignements, méthodes donnant des renseignements autres que ceux déduits de l'essai à la traction, nous sommes conduit à examiner les récentes méthodes qui ont été l'objet de très intéressantes discussions au dernier Congrès des Méthodes d'Essais des Matériaux de construction, qui s'est tenu à Bruxelles en septembre dernier.

III — Méthodes pouvant se substituer aux essais de traction.

A dessein, nous écrivons ici méthodes pouvant, et non devant se substituer aux essais de traction. Nous pensons, en effet, que, pour la plupart de ces méthodes, une étude plus approfondie que celle qui a été déjà faite doit être poursuivie, avant qu'il puisse en être question définitivement dans les cahiers des charges, et cela même pour l'essai de la bille de Brinell, qui, cependant, a déjà donné lieu à de très nombreux et fort intéressants Mémoires.

Ces méthodes sont : 1° La méthode de la bille de Brinell ; 2° Le pliage ; 3° Le poinçonnage ; 4° Le cisaillage.

Nous rappellerons le principe de ces méthodes et le mode d'exécution et nous résumerons les résultats obtenus, en indiquant, si possible, ce qui reste à faire.

§ 1. — Méthode de la bille de Brinell.

1. *Historique et Principe.* — C'est au Congrès de Paris, en 1900, que M. Brinell proposa la méthode dite de la bille, qui remporta de suite un vif succès.

Le principe de la méthode est le suivant : une bille de diamètre déterminé est enfoncée dans le métal étudié sous une pression connue ; il s'ensuit dans le métal l'impression d'une calotte sphérique, dont on peut calculer aisément la surface en connaissant le diamètre de l'empreinte dans le plan supérieur de l'éprouvette.

Le chiffre de Brinell, ou nombre de dureté, est donné par la formule : $\Delta = \frac{P}{a}$, P étant la pression exercée sur la bille, a la surface de la calotte sphérique. En somme, la mesure du chiffre de Brinell se résume dans une lecture de pression et dans la détermination d'un diamètre.

2. *Appareils utilisés.* — On peut diviser les appareils pour la détermination du chiffre de Brinell en deux grandes catégories :

1° Les appareils agissant par pression ou appareils statiques;

2° Les appareils agissant par choc ou appareils dynamiques.

Les premiers se subdivisent en : α) Appareils à pression variable; β) Appareils à pression constante.

α. *Appareils statiques à pression variable.* En théorie, un tel appareil doit être composé purement et simplement d'une presse permettant, d'une part, de connaître d'une façon précise la pression exercée, d'autre part, de placer aisément la bille qui doit être interposée entre le piston de la presse et le métal essayé.

M. Brinell a utilisé un appareil qui se compose de deux plaques horizontales, entre lesquelles a lieu la pression : la plaque supérieure est portée par une vis qui se déplace dans le bâti de l'appareil, tandis que la plaque inférieure repose sur des ressorts qui enregistrent la pression.

M. le Professeur Martens, le savant directeur du Laboratoire de Grosslichterfelde, a fait construire une machine dans laquelle la pression est mesurée par une boîte à membrane : cette boîte est constituée par un récipient métallique qui est rempli de liquide et se trouve fermé par une membrane

mobile très mince en caoutchouc ou en laiton. Le réservoir est en communication par un tuyau avec une presse hydraulique (fig. 5).

Lorsqu'on fait fonctionner celle-ci, la membrane mobile se soulève et entraîne avec elle le couvercle qui supporte la bille; celle-ci s'imprime dans le

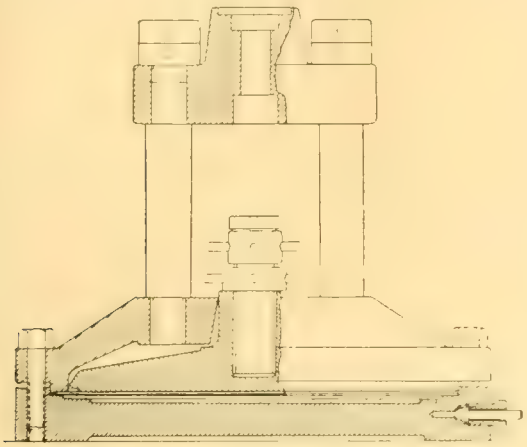


Fig. 5. — *Appareil statique Martens pour l'essai à la bille.*

métal qui est placé au-dessus et maintenu en contact par des vis.

Nous avons utilisé et utilisons encore une presse construite par la maison Carpentier sur les indications de M. Le Chatelier pour les essais des ciments : la pression est donnée au moyen d'une vis que l'on fait descendre par l'intermédiaire de deux engrenages.

La tête de vis a été évidée de façon à permettre de maintenir la bille à la place convenable; au-dessous et en contact avec elle se trouve la pièce à essayer; la pression est enregistrée par un manomètre Richard en relation avec une boîte à membrane qui transmet la pression exercée par la bille.

Enfin, un dernier appareil, qui a été cité par M. Brinell au dernier Congrès de Bruxelles, est celui de la Société *Aktie-bolaget-Alpha* de Stockholm. Il est constitué par une presse hydraulique, dont le piston est dirigé vers le bas et porte la bille. Les objets que l'on soumet à l'essai sont placés sur un plateau mobile reposant sur des billes. Le piston est ajusté sans garniture. La pression exercée par le cylindre au moyen d'une pompe à main est lue au manomètre. De plus, la presse est munie d'un dispositif de contrôle empêchant de dépasser la charge admise. A cet effet, un cylindre plus faible que le cylindre compresseur est relié directement à ce dernier; un piston se déplace librement dans ce cylindre de contrôle; étant chargé de poids correspondant à la pression voulue, il se soulève lorsqu'on dépasse cette pression.

β. *Appareils statiques à pression constante.* Les premiers essais faits avec la bille de Brinell ont permis de déterminer, comme nous le verrons ultérieurement, la pression la plus convenable. Pour l'acier, on s'est arrêté à 3.000 kilogs.

M. Guillery a construit un appareil très ingénieux, basé sur le principe suivant : On enfonce la bille dans le métal au moyen de la pression donnée par des rondelles Belleville; sous une flèche déterminée, ces rondelles interviennent pour limiter la pression. L'appareil (fig. 6) est disposé pour agir par une pression statique; il se compose d'une boîte cylindrique en acier A, vissée sur un fond-socle B et contenant les rondelles Belleville U et une cale de réglage C. La pression des rondelles est transmise à la bille E au moyen d'un support D. Cet ensemble constitue l'appareil de mesure.

Au-dessus se trouve une presse à levier servant à comprimer l'échantillon sur la bille jusqu'au moment où, la charge étant suffisante, les rondelles s'aplatissent et la bille s'éclipse. Cette presse est constituée par un étrier G muni d'une vis de calage Q, qui sert à transmettre l'effort, mais non à exercer une pression; dès qu'il y a contact, le frottement empêche de continuer à serrer.

Une des extrémités de l'étrier G est articulée à

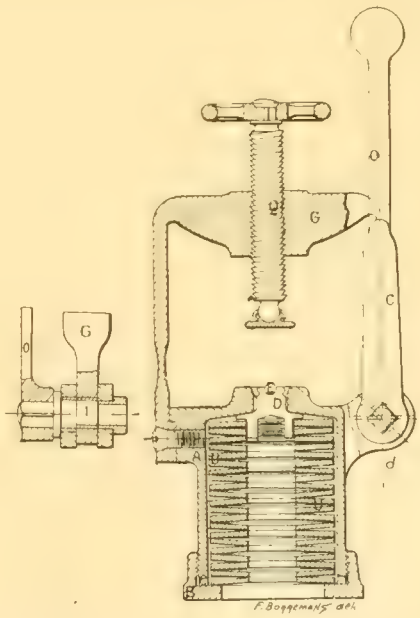


Fig. 6. — *Appareil statique Guillery pour l'essai à la bille.* — A, boîte cylindrique; B, fond-socle; C, cale de réglage; D, support; E, bille; G, étrier; Q, vis de calage; U, rondelles Belleville.

un axe excentrique I, mû par un levier O. L'excentricité étant de 15 millimètres, il en résulte que, par une rotation du levier de 180°, on baisse l'échantillon de cette quantité. En recommençant au besoin jusqu'à ce que la bille ne s'enfonce plus,

on est certain que l'empreinte a été obtenue à la pression correspondante à une flèche des rondelles de $1^{mm},5$ supérieure à la flèche au repos, c'est-à-dire sous une pression rigoureusement constante.

Il serait assez malaisé de régler cet appareil pour réaliser une charge donnée *a priori*. On fait un tarage comme pour les machines de traction. Il peut se faire en prenant un métal de résistance connue et en mesurant le diamètre de l'empreinte.

γ. *Appareils dynamiques.* Nous connaissons deux sortes de ces appareils : l'un est dû à M. Guillery, l'autre à M. Brinell.

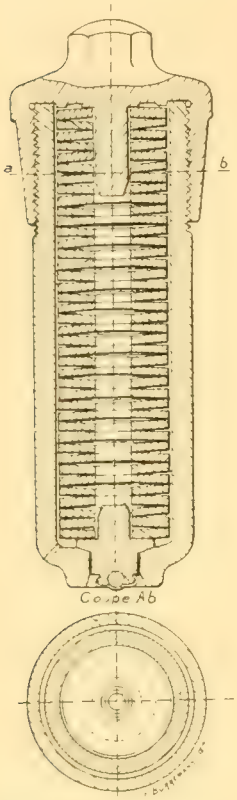


Fig. 7. — *Appareil au choc de Guillery pour l'essai à la bille.*

L'appareil Guillery (fig. 7) est basé sur le même principe que l'appareil statique. Mais la bille a un diamètre de 5 millimètres et les ressorts sont calculés pour une pression de 740 kilogs.

La pression est donnée par le marteau à main. Il faut (recommande la notice remise avec l'appareil) que le coup de marteau soit donné bien verticalement et que le cercle qui forme la base de l'appareil soit bien inscrit sur le métal à essayer; ceci pour être certain que les ressorts ont bien cédé sous le choc. Cette manœuvre est plutôt délicate et l'on obtient, nous le verrons plus loin, des résultats très erronés.

L'appareil au choc créé par M. Brinell (fig. 8) consiste dans un tube d'acier dans lequel est logé un mouton B de 5 kilogs. On peut immobiliser le mouton par un crochet A placé à la partie supérieure du tube. Un système de tige et de bouton, celui-ci placé extérieurement au tube, permet d'opérer le déclanchement du mouton; le tube étant placé verticalement, le mouton tombe librement sur un tampon C placé à la base du tube et renfermant la bille d'acier. La hauteur de chute et le poids du mouton sont combinés de façon à donner, dans un fer contenant 0,1 % de carbone, une empreinte identique à celle que l'on obtiendrait sous une charge de 3.000 kilogs.

3. *Mesure du diamètre de la calotte sphérique.* — Quel que soit l'appareil utilisé, il faut lire le diamètre de l'empreinte dans le plan de l'éprouvette.

On peut opérer de diverses façons : on peut utiliser un microscope à déplacement. Plusieurs modèles ont été établis dans ce but; nous en avons fait construire un type par la maison Pellin, qui nous a toujours donné de bons résultats. On amène le réticule tangent à l'un des bords de l'empreinte, on le déplace ensuite jusqu'à ce qu'il soit tangent à l'autre bord. Il ne reste plus qu'à lire sur la division horizontale et sur la vis micrométrique.

M. Henry Le Chatelier a indiqué un moyen beaucoup plus simple, mais aussi moins précis; il est toutefois très suffisant pour les mesures industrielles. L'appareil consiste en une réglette en verre sur laquelle sont tracées deux lignes faisant un certain angle; l'une d'elles porte une graduation. On déplace la réglette sur l'éprouvette de façon à amener les deux lignes tangentes à l'empreinte; on n'a plus qu'à lire la division inscrite au point de contact.

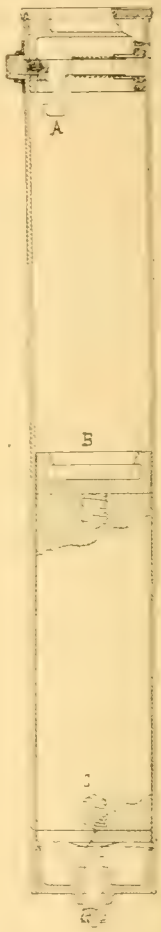


Fig. 8. — *Appareil de Brinell pour l'essai à la bille sous un choc.* — A, crochet supportant le mouton; B, mouton; C, tampon.

4. *Examen comparatif des appareils.* — Nous parlerons seulement des appareils que nous avons manipulés. Il est incontestable que l'appareil Le Chatelier transformé donne d'excellents résultats et très précis. L'appareil Guillery se trouve dans les mêmes conditions : tous ceux qui l'ont utilisé sont d'accord sur ce point. Toutefois, on peut lui reprocher de fonctionner sous la pression constante de 3.000 kilogs. Pour les aciers trempés, il serait intéressant d'avoir une pression plus forte, 6.000 kilogs par exemple; pour certains alliages, laitons, bronzes doux, antifrictions, alliages d'aluminium, de plomb, etc., il est avantageux d'utiliser une pression moindre : 1.000 kilogs et même parfois 500; l'appareil Guillery ne répond donc pas à tous les *desiderata*.

Il a un autre inconvénient, auquel on a voulu remédier avec l'appareil au choc : c'est de ne pas se prêter aux essais des pièces finies, celles-ci ne pouvant pas toujours être placées entre les montants de l'appareil. Nous n'avons pas eu l'occasion de faire fonctionner nous-même l'appareil au choc

de Brinell; nous l'avons vu à Bruxelles, il semble de manipulation très simple. L'appareil au choc Guillery donne des résultats extrêmement variables et nous ne pensons pas qu'on puisse le conseiller, malgré sa grande simplicité de fonctionnement.

Quant à la mesure du diamètre, il n'y a rien à ajouter à ce que nous avons dit plus haut, la réglette de M. Le Chatelier suffisant pour les mesures industrielles.

5. *Intérêt de la méthode Brinell. Relation entre le chiffre de dureté et la résistance à la traction.* — Si la méthode de la bille ne permettait que de déterminer le chiffre dit de dureté, tel que nous l'avons défini, elle présenterait un intérêt très minime.

Le chiffre de dureté est relié directement à la charge de rupture à la traction, de telle sorte que sa détermination, opération extrêmement simple, rapide et peu coûteuse, doit pouvoir se substituer, dans une certaine mesure, à l'essai de traction dont nous avons dit plus haut les défauts.

Dans son premier Mémoire, Brinell déclarait que, pour les aciers renfermant moins de 0,800 de carbone et recuits, on avait :

$$\frac{R}{\Delta} = 0.346,$$

R étant la charge de rupture par millimètre carré, Δ le chiffre de dureté.

De plus, il indiquait que la méthode à la bille permettait ainsi la détermination de la limite élastique apparente; pour cela, on devait utiliser une bille de 5 millimètres de diamètre (dans l'essai de dureté, on prend ordinairement une bille de 10 millimètres); on plaçait la bille à 2 millimètres d'une arête du métal et on notait la charge qui entraînait une première déformation. Il y avait, d'après Brinell, une relation constante entre cette charge et la limite élastique à la traction.

En troisième lieu, la méthode devait permettre aussi de déterminer les allongements à la traction; pour cela, il suffisait de poursuivre l'essai précédent jusqu'à déchirer l'arête du métal; on mesurait la hauteur du bourrelet et l'on avait un chiffre qui était en rapport constant avec l'allongement pour 100 à la traction.

Cette méthode n'était applicable qu'à des aciers recuits.

Disons de suite que tous les expérimentateurs, y compris M. Brinell lui-même, ont montré que ces deux assertions sont erronées et que seule doit subsister la possibilité de déterminer la charge de rupture par la méthode de la bille. C'est sous ce rapport que nous allons la considérer.

Plusieurs points restent à préciser. Tout d'abord, quelles peuvent être les influences de ces deux facteurs : diamètre de la bille, pression exercée? Plusieurs personnes s'en sont préoccupé : citons de suite M. Bénédicks, dont les travaux sur les aciers sont bien connus. Voici les conclusions auxquelles il est arrivé, après des essais d'une précision des plus remarquables :

1° On obtient, pour un métal déterminé, un chiffre de dureté constant en multipliant le chiffre de dureté calculé d'après la méthode de Brinell par la racine cinquième du rayon de courbure de la bille;

2° En comparant les abaques des chiffres de dureté obtenus pour des fers tendres soumis à de faibles pressions avec les abaques des chiffres de dureté du plomb, on a trouvé que toutes les ordonnées du diagramme de l'un des deux métaux ne diffèrent que par un facteur constant des ordonnées correspondant à la même pression dans le diagramme de l'autre métal.

Ceci permet, connaissant le degré de dureté trouvé pour une pression déterminée, de calculer dans certaines limites la valeur du chiffre de dureté à une autre pression quelconque.

On a la relation :

$$H_0 = H \times \frac{K + P_0}{K + P},$$

dans laquelle H_0 représente le chiffre de dureté correspondant à la pression P_0, H le chiffre de dureté correspondant à la pression P, K une constante, du moins entre certaines limites de pression. M. Bénédicks a trouvé pour K la valeur 17.000, lorsque la pression varie entre 500 et 4.000 kilogs.

Le point le plus important à fixer est la valeur du rapport qui existe entre le chiffre de dureté et la charge de rupture à la traction. Ce rapport varie-t-il d'une espèce de métal à l'autre? M. Brinell avait donné comme coefficient 0,346.

M. Dillner a proposé au Congrès de Bruxelles quatre coefficients différents pour les aciers recuits.

	EFFORT	
	perpendiculaire au sens du laminage.	parallèle au sens du laminage.
	—	—
Aciers ayant un chiffre de dureté inférieur à 175	0,362	0,354
Aciers ayant un chiffre de dureté supérieur à 175.	0,344	0,324

Dans les essais de M. Dillner, la différence entre la charge de rupture déterminée par la méthode ordinaire et celle qu'on calcule par l'intermédiaire du chiffre de dureté atteint 3,3 °/₀ pour les teneurs en carbone inférieures à 0,5 °/₀, et 6 °/₀ environ pour les aciers plus durs.

D'autre part, M. Charpy, directeur des Usines Saint-Jacques, à Montluçon, a présenté, il y a déjà plusieurs années, un Mémoire fort intéressant sur le même sujet, à la Section française de l'Association des Méthodes d'essais; dans ses conclusions, ce savant admettait un coefficient de 0,35 pour les aciers doux et 0,336 pour les aciers durs, toujours à l'état recuit, la direction de l'effort étant parallèle au sens du laminage.

On voit combien ces coefficients s'écartent peu de ceux de M. Dillner.

M. Breuil, chef de section au Conservatoire des Arts et Métiers, a présenté au Congrès de Bruxelles un Mémoire dans lequel il relate un grand nombre d'expériences faites dans le même but; il les résume en déclarant qu'il n'a pas trouvé la concordance annoncée par M. Brinell entre R et Δ. « Cependant, ajoute-t-il, il faut reconnaître que l'approximation réalisée est assez remarquable. Cette manière de déterminer la résistance à la rupture pourrait suffire pour certains essais rapides de la pratique, et là nous sommes absolument de l'avis de M. Brinell. » M. Breuil reconnaît, d'ailleurs, que la réglette qu'il a utilisée pour déterminer les diamètres de l'empreinte a pu entraîner des erreurs de 3 à 4 %.

Enfin, au même Congrès de Bruxelles, M. Ast a donné les résultats d'essais, extrêmement précis et d'une concordance très remarquable sur aciers recuits, de charges de rupture variant entre 34 et 87 kilogs. Le coefficient qui se déduit de ces essais est : 0,356, très voisin du coefficient trouvé, malgré l'emploi de pressions très différentes.

Comme le fait remarquer M. Henry Le Chatelier dans un article publié dans la *Revue de Métallurgie* (décembre 1906) : « La conséquence très nette de cet ensemble considérable de recherches est la suivante : pour les aciers au carbone ordinaire, pris dans leur état naturel, il y a en moyenne une relation rigoureusement déterminée, voisine de la proportionnalité, entre la ténacité et les chiffres de dureté. Les discordances de chaque expérience individuelle sont, dans la grande majorité des cas, inférieures à celles que comporte chacune des méthodes d'essais prise isolément. »

Si le fait est acquis pour les aciers au carbone ordinaires recuits, l'est-il pour les mêmes produits ayant subi des traitements thermiques ou mécaniques les ayant amenés à un état autre que l'état normal? Nous ne le pensons pas et, sur ce point, nous sommes d'accord avec les autres expérimentateurs.

Nous avons voulu appliquer le procédé Brinell à des pièces brutes de forge, tels que des produits matricés; nous avons obtenu des résultats extrêmement discordants. Ceci s'explique aisément; le métal se trouve écroui superficiellement et, de plus, il a subi une trempe à l'air. C'est ainsi que, si l'on cherche à déterminer au microscope la teneur en carbone de pièces forgées, on obtient généralement des résultats absurdes, par suite de la présence de sorbite.

Si l'on vient à prendre le chiffre de Brinell superficiellement avant recuit, on obtient un chiffre très éloigné de celui que donne une détermination semblable sur une partie située loin de la périphérie ou, mieux, sur le métal recuit; il n'y a concordance entre la charge de rupture et le chiffre de Brinell qu'après recuit. Il en sera généralement de même sur toute pièce trempée ou trempée et revenue, surtout si elle est d'assez fortes dimensions, parce qu'elle n'est pas homogène et que l'essai de traction et l'essai de Brinell ne s'appliqueront pas au même point; l'un pourra s'appliquer à une zone martensitique, l'autre à une zone de troostite ou de sorbite, d'où des différences énormes.

Il faut bien noter, d'ailleurs, que la définition de l'état dans lequel se trouve le métal est tout aussi importante dans l'essai à la traction ; nous pensons, au contraire, que l'application de la méthode de Brinell aux produits ayant subi un traitement thermique ou mécanique doit donner des résultats plus intéressants que l'essai à la traction parce qu'elle est locale et permet, par elle-même, de connaître l'influence du traitement en différents points de la pièce. D'autre part, il semble bien que, même sur cet acier trempé de façon à avoir une homogénéité aussi grande que possible (plus même que dans un acier recuit, puisqu'en prenant les précautions nécessaires : dimensions de pièces, température de trempe, on peut obtenir une solution solide homogène), le coefficient donné pour les aciers recuits ne s'applique plus.

M. Mesnager a tiré les mêmes conclusions d'une étude qu'il a présentée récemment (réunion de mars) à la Section française des Méthodes d'essais.

D'ailleurs, que peut-on dire de l'application de la méthode de Brinell en vue de déterminer la charge de rupture des autres produits métallurgiques, aciers spéciaux, alliages de cuivre, etc.?

Examinons le cas des aciers spéciaux : dans l'étude que nous avons faite, nous avons eu soin de déterminer le chiffre de Brinell en même temps que la charge de rupture; mais ces essais ont été faits surtout en vue de voir la loi de variation du chiffre de dureté avec la teneur en produits étrangers. On n'a donc pas observé toutes les précautions nécessaires; notamment, les échantillons pour l'essai de traction et celui de Brinell n'ont pas toujours été pris dans le voisinage l'un de l'autre.

On ne peut pas dire que, de ces résultats, on puisse conclure quoi que ce soit de précis. Cepen-

dant, dans un très grand nombre de cas, on trouve un coefficient très rapproché pour des aciers de même structure, mais très différent lorsque celle-ci change. C'est ainsi que les aciers martensitiques paraissent avoir un coefficient d'environ 0,250.

Mais je m'empresse d'ajouter que tous ces essais doivent être repris avec beaucoup de précision et que l'existence d'un coefficient correspondant à chaque structure est presque entièrement hypothétique.

Pour les alliages de cuivre, les études déjà faites paraissent indiquer les mêmes conclusions. Mais là, plus qu'ailleurs, il faudra faire attention à l'hétérogénéité, surtout quand il s'agira de pièces coulées.

De plus, que deviendra l'essai de Brinell dans les alliages formés de deux constituants, l'un très dur, l'autre très mou? Il arrive très souvent que ces constituants occupent des zones très importantes;

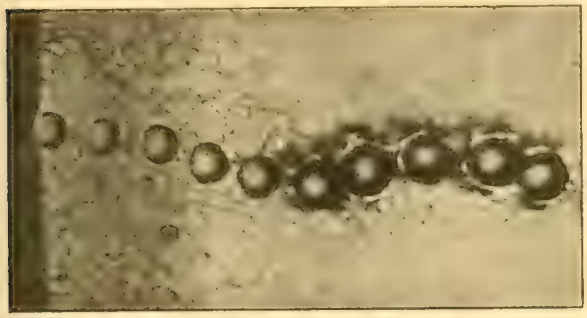


Fig. 9. — *Essai de dureté fait avec une aiguille et montrant la différence de dureté dans un acier cémenté non trempé.*

par conséquent, d'un endroit à l'autre de l'alliage, les résultats des chiffres de Brinell seront très différents, à moins que l'on n'augmente suffisamment le diamètre de la bille. Lorsqu'on fait un essai sur certains antifrictions qui renferment ces cubes très durs formés par le composé Sb Sn, on note très souvent des irrégularités extraordinaires dans la forme de la calotte sphérique provenant de la bille.

L'un de mes collaborateurs aux usines de Dion-Bouton, M. Le Grix, a mis en vue ce phénomène d'une façon très nette : il a constitué un petit appareil qui permet de faire tomber d'une même hauteur une pointe de forme déterminée. On peut donc frapper dans les mêmes conditions les différents points d'une surface métallique. On observe ainsi des différences énormes. Plusieurs micrographies montrent très nettement l'existence de cette différence de dureté (fig. 9 à 11).

D'autre part, les essais de Brinell par choc ont été étudiés théoriquement par M. Roos, qui a démontré l'existence de la relation :

$$\frac{A^2}{O} = K,$$

A étant la surface de l'empreinte, O le travail dépensé au choc, K une constante, le diamètre de la bille étant le même.

Fig. 10. — *Essai de dureté fait avec une aiguille et montrant la différence de dureté des différents constituants d'un bronze.*

D'autre part, M. Roos a cru pouvoir admettre *a priori* l'autre relation :

$$\frac{H^2}{h} = K,$$

H étant le chiffre de Brinell au choc, h celui à l'essai statique, K une constante. Mais l'expérience ne semble pas vérifier cette relation, du moins dans

Fig. 11. — *Essai de Brinell fait avec une aiguille et montrant la différence de dureté des divers constituants d'un antifriction.*

toute l'étendue de l'échelle des aciers au carbone.

En résumé, les études faites jusqu'ici semblent permettre la substitution de l'essai Brinell à l'essai de traction pour la détermination de la charge de rupture, mais seulement sur les aciers au carbone

recuits et peut-être à l'état naturel. Il est incontestable que des études très approfondies, des expériences très précises doivent être faites sur les autres produits métallurgiques pour que l'on

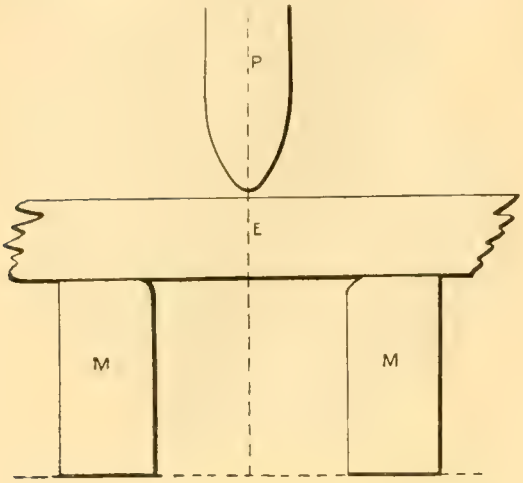


Fig. 12. — *Schéma de l'essai de pliage.* — E, éprouvette a essayer; MM, matrice rectangulaire; P, coin.

puisse tirer une conclusion quelconque. Nous nous y emploierons personnellement de notre mieux.

D'autre part, la méthode de Brinell peut, indépendamment de toute autre considération, rendre des services importants pour examiner l'homogénéité d'une pièce ou d'un lot de pièces, et même conduire certaines fabrications (plaques de blindage) ou certains traitements (cémentation et trempe).

§ 2. — **Essai de pliage.**

1. *Principe.* — Réaumur, qui, suivant M. Frémont, « a introduit le premier les mesures dans l'art d'effectuer la recette des métaux », parle de l'essai de pliage permettant de juger du corps du métal. Cet essai de pliage est l'un de ceux que l'on rencontre le plus fréquemment dans les cahiers des charges des grandes Administrations.

On sait qu'il consiste essentiellement à provoquer dans l'éprouvette une détermination, suivant une ligne située généralement au centre et perpendiculairement à l'axe, et à agir sur les deux bras formés par les portions de l'éprouvette se trouvant à droite et à gauche de cette arête pour les rapprocher sans les déformer.

Il se résume, comme résultat à obtenir, en un certain angle de pliage dans des conditions de travail généralement assez vagues, cela sans qu'il se produise de criques.

Il est inutile d'insister sur l'irrégularité d'un tel procédé : en effet, selon la méthode employée pour opérer le pliage (coups de marteau, coups de mouton, presse hydraulique), les résultats pourront être très différents. De plus, le défaut peut être très local, purement superficiel, et cependant la valeur du produit métallurgique n'en est pas amoindrie : le cas est très fréquent, notamment avec certains aciers spéciaux qui présentent de nombreuses pailles superficielles : tels, par exemple, les aciers renfermant de 1 à 6 °/₀ de nickel et peu de carbone. L'essai de pliage, tel qu'il est compris dans les cahiers des charges actuels, n'est certes pas une méthode scientifique.

M. Frémont s'est efforcé, au contraire, de tirer des renseignements très précis de l'essai de pliage. Il a décrit le procédé qu'il conseille dans une communication faite à l'Académie des Sciences, le 22 février 1897.

2. *Pratique de l'essai.* — L'essai se fait en plaçant l'éprouvette à essayer E (fig. 12) sur une matrice rectangulaire MM, dont les deux faces opposées sont à une distance du coin P égale à l'épaisseur qui va servir à l'essai, plus environ deux fois l'épaisseur de l'éprouvette.

Le coin P utilisé est un peu plus large que l'éprouvette à essayer E.

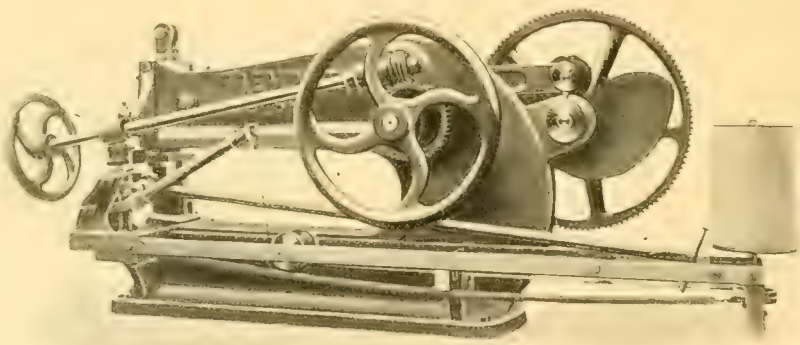


Fig. 13. — *Elasticimètre de M. Frémont.*

3. *Appareils utilisés.* — On peut employer pour l'essai une poinçonneuse d'atelier, dans laquelle on a fait les petits changements qu'indique la description précédente; notamment, le coin P remplace le poinçon cylindrique habituel.

M. Frémont a même voulu enregistrer le diagramme de pliage ; pour cela, il s'est servi de son élasticimètre (fig. 13), dont nous rappellerons ici l'intéressante description : l'effort est transmis, par l'intermédiaire d'un came que fait mouvoir un

jeu d'engrenages, à une extrémité d'un arbre fixé en un point et dont l'autre extrémité, en s'abaissant, entraîne le porte-outil.

Le cisaillement a lieu entre les arêtes vives de deux surfaces : l'une, mobile, appartenant au porte-outil, l'autre, fixe et faisant corps avec le châssis de la machine.

Le diagramme est tracé de la façon suivante : la forme en C allongé du châssis, qui est en acier coulé, lui permet de s'entre-bâiller et cela proportionnellement aux pressions exercées ; celles-ci sont enregistrées par un long levier qui se trouve en équilibre entre les deux pointes non situées dans le même plan et reliées l'une à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure du châssis ; les pressions s'enregistrent suivant la verticale, tandis que les déplacements de l'outil sont tracés suivant l'horizontale ; ces déplacements sont donnés par un autre levier qui a un point fixe : l'une de ses extrémités est jointe au porte-outil et l'autre au cylindre enregistreur dont elle produit le mouvement de rotation.

Un tel appareil est facile à régler, très aisé à manipuler ; son prix est faible. Depuis six ans, nous utilisons un tel élasticimètre pour un très grand nombre de mesures, même pour des essais à la traction sur petites éprouvettes, grâce à un inverseur.

D'après ce que nous avons dit, dans le diagramme obtenu, les ordonnées mesurent l'effort nécessaire au pliage, les abscisses donnent les déplacements du coin. On utilise des éprouvettes prismatiques ayant $30 \times 10 \times 8$ millimètres. On voit combien ces éprouvettes sont petites et faciles à préparer, par conséquent combien il est aisé et peu coûteux de faire de nombreux essais. De plus, pour éviter, dans les métaux très doux, qu'il y ait pliage à bloc, M. Frémont conseille d'entailler chaque face latérale de l'éprouvette d'un coup de scie de $1^{mm}5$ de profondeur et 1 millimètre de largeur.

Pour voir la répartition des allongements et strictions, on peut tracer des divisions parallèles et régulières sur une face latérale de l'éprouvette. La surface du diagramme permet de mesurer l'énergie dépensée pour le pliage.

Cette méthode de pliage ne semble pas s'être développée ; il n'en a pas été question au dernier Congrès de Bruxelles, sans doute parce qu'on n'a pas pris l'habitude d'interpréter le résultat obtenu.

§ 3. — Essai de cisaillage.

L'essai de cisaillage, qui jouit des mêmes qualités que l'essai de pliage, semble remporter beaucoup plus de succès : il permet *de déterminer la résistance à la traction*, ce qui lui permettra peut-être de se substituer à l'essai de traction.

M. Frémont utilise des éprouvettes prismatiques ayant 8×10 mm. de section ; elles sont donc extrêmement faciles à préparer.

La résistance à la rupture à la traction T et la résistance au cisaillement C sont liées par la relation :

$$T = \frac{C - 7{,}5}{0{,}74}.$$

M. Frémont a montré qu'il est facile de tracer un abaque sur lequel on peut aisément déterminer, pour les éprouvettes de section 8×10 et une machine connue, la charge de rupture, la limite élastique et les strictions. Pour lire la courbe de cisaillement, on porte l'abaque, tracé sur papier transparent, sur cette courbe en la faisant coïncider. On lit la limite élastique à l'endroit où la courbe quitte l'axe oblique Oy ; la charge de rup-

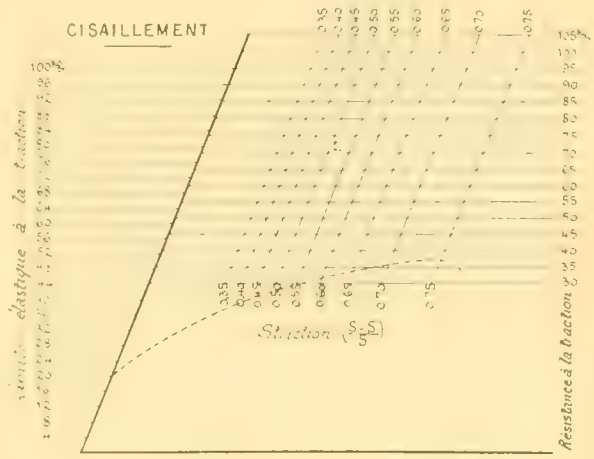


Fig. 14. — *Abaque de M. Frémont permettant de déterminer la charge de rupture, la limite élastique et les strictions d'après un essai de cisaillement.*

ture est donnée par le maximum de la courbe. Quant à la striction, elle est fonction de la distance de l'ordonnée maximum au point de départ de l'opération ; on peut donc tracer une graduation par comparaison.

Sur l'abaque de M. Frémont, que nous reproduisons ici (fig. 14), on voit une courbe de cisaillage d'un acier qui donne :

$$R = 37 ; E = 27 , S = 75$$

M. Frémont a indiqué que, malgré sa forte striction, cet acier était très fragile ; il avait donné au choc sur barrette entaillée de 8×10 : 1 kilogrammètre.

Au Laboratoire du Congrès de Bruxelles, nous avons fait des essais de cisaillage et de bille ; la plupart des aciers qui avaient été envoyés étaient bruts de forgeage ; Le tableau I résume les résultats obtenus sur les aciers.

La plupart de ces résultats sont très concordants ;

certains présentent une différence notable. Pour ceux-ci, le microscope indique une très grande

TABLEAU I. — *Résultats d'essais au cisaillement.*

CHARGE de rupture à l'essai de Brinell	ESSAI AU CISAILLEMENT		OBSERVATIONS
	R	E	
56	56	28	
65,5	60	34	
53	56	40	
65,5	66	45	
67	79	44	Métal très hétérogène au microscope.
77	74	60	
72	68	45	
36,5	37,5	22	Métal très hétérogène au microscope.
34	42	25	
36,5	32	20	
35,3	32	18	
34	36	24	
36	44	20	
52,5	33	30	
77	78	50	
92	88	60	
73	74	50	
82	82	50	
71	69	?	
82	73	?	Métal très hétérogène au microscope.
34	34	?	
51	51	?	

hétérogénéité, notamment la présence de sorbite à la surface.

Cette différence dans les deux essais est bien naturelle dans des aciers écrouis, l'essai à la bille n'intéressant que la partie supérieure.

§ 4. — **Essai de poinçonnage.**

Depuis longtemps, l'opération du poinçonnage paraissait devoir donner des résultats comme méthode d'essais. Au Congrès de Bruxelles, M. Baclé a apporté les conclusions très précises qu'il a tirées d'une étude importante. Il en découle que la résistance à la traction et la résistance au poinçonnage sont reliées par une relation simple :

$$P = 0{,}65\,T + 5 \text{ kilogs,}$$

P étant la résistance au poinçonnage, T la résistance à la traction. Pour pratiquer l'essai de poinçonnage, on peut se servir de l'appareil de M. Frémont décrit plus haut pour les essais de pliage. Il permet d'obtenir le diagramme de l'opération.

Aucun essai de poinçonnage ne semble avoir été fait sur les métaux autres que les aciers.

Dans un second article, nous étudierons les essais au choc par flexion et rupture.

L. Guillet,
Docteur ès sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

LE DILUVIUM DANS L'AMÉRIQUE DU SUD

Aucun continent ne se prête autant que l'Amérique du Sud à la solution des importantes questions de la Géologie diluvienne, car seule elle possède une chaîne montagneuse qui s'étende sans interruption, avec une élévation moyenne importante, des hautes latitudes australes (56° lat. S.) jusqu'à l'hémisphère Nord (10° lat. N.) en traversant l'équateur. Cette circonstance permet de suivre pas à pas les phénomènes diluviens, en particulier glaciaires, dans la haute montagne sous une latitude graduellement croissante dans les deux hémisphères. En même temps, le cours méridional de la Cordillère, d'où les masses de glace ont coulé vers l'Est et vers l'Ouest, permet de fixer les rapports réciproques de position entre les dépôts glaciaires et fluvio-glaciaires d'une part, éolo-glaciaires d'autre part, d'une façon non moins certaine que dans l'hémisphère nord. Car, chez nous, les montagnes suivent en gros la direction des degrés de latitude, et les masses de glace intérieure des temps diluviens se sont en majeure partie dirigées du pôle vers l'équateur.

Si nous voulons comparer les formations diluviennes de l'Amérique du Sud avec celles de l'hémisphère nord et tirer de cette comparaison des conclusions d'importance générale, il nous faut tout d'abord établir si les classes principales de dépôts continentaux que nous avons distinguées dans l'hémisphère nord se retrouvent là-bas, puis si et dans quelle mesure ils concordent dans les deux domaines au point de vue de leur forme d'apparition et de leur division. Ces dépôts, si nous faisons abstraction des formations marines, se divisent en quatre grands groupes, que je désigne sous les termes de *glaciaire*, *fluvio-glaciaire*, *limno-glaciaire* et *éolo-glaciaire*. Jusqu'à présent, on n'a accordé un peu d'attention qu'aux formations glaciaires; sur les autres, nous sommes encore peu exactement ou pas du tout renseignés.

Mais leur importance est précisément capitale pour les problèmes d'un caractère général, et c'est pourquoi, dans le dernier voyage que j'ai entrepris, il y a trois ans, avec le Dr Hock et le Dr von Bistram, j'ai fait un examen particulier de ces phénomènes.

I. — Les formations glaciaires.

Nous commencerons par jeter un coup d'œil sur les formations glaciaires que nous avons étudiées sur une très grande partie du haut plateau bolivien, puis dans le Pérou moyen, et subsidiairement au Chili et dans l'Argentine[1].

Déjà au cours des expéditions de l'*Astrolabe* et du *Beagle*, qui, pendant le premier tiers du siècle passé, explorèrent la pointe sud du continent, Grange et Darwin établirent que de la boue glaciaire et des blocs erratiques sont répandus sur la plaine de la Patagonie du sud, sur la Terre de Feu et sur la côte occidentale jusqu'à Chiloë (41° lat. S.); et c'est aussi Darwin qui, déjà alors, indiqua la concordance qui existe entre les dépôts du Sud et du Nord. Cependant, il faut nous souvenir qu'à cette époque on cherchait l'explication des phénomènes glaciaires dans la théorie du drift.

Sous les basses latitudes, même entre les deux tropiques, mais ici à des hauteurs de 4.000 mètres et plus, les phénomènes glaciaires excitèrent de bonne heure l'attention des voyageurs scientifiques. A la vue des puissantes moraines terminales et des nombreux et énormes blocs erratiques qui se trouvent aux environs immédiats de la ville minière bien connue de Potosi (19°5 lat. S.), d'Orbigny se demanda, dès 1842, si ce n'étaient pas les produits d'anciens glaciers. Mais il s'écoula encore plus de trente ans avant que, dans la zone équatoriale proprement dite, on eut trouvé, et considéré sans aucun doute comme tels, de véritables phénomènes glaciaires. Le grand naturaliste et explorateur du Pérou, Antonio Raimondi, a bien décrit en 1873, dans sa monographie du département d'Ancachs, comment, à 9°5 de latitude Sud, on peut suivre en plusieurs endroits, sur les flancs de la Cordillera Nevada, haute de plus de 6.000 mètres, jusqu'au fond des vallées, par des moraines non douteuses, les traces d'anciens fleuves de glace. Mais il n'a pas échappé à cet observateur attentif qu'entre la moraine terminale située le plus profondément et les glaciers actuels s'intercalent deux *moraines de retrait* nettement séparées, comme on en a observé beaucoup plus tard des exemples dans nos montagnes.

Ces importantes observations sont, il est vrai, restées inconnues en Europe ; aussi Sievers a-t-il dû, douze années plus tard, redécouvrir ces phénomènes glaciaires dans la Cordillère équatoriale. Vers 1890, Penck et Sievers ont également attiré l'attention sur l'importance des traces de l'époque glaciaire pour nos idées générales des variations climatiques pendant l'époque diluvienne.

[1] Mes deux compagnons m'ont spécialement assisté dans l'étude des formations glaciaires et fluvio-glaciaires en Bolivie et au Pérou.

Aujourd'hui, nous possédons de nombreuses autres observations sur les formations glaciaires des parties les plus diverses de la Cordillère. En Patagonie, elles ont été explorées à plusieurs reprises; elles ont été suivies en divers points de la Cordillère de l'Argentine et du Chili, délimitées sûrement en Bolivie, au Pérou, dans l'Equateur et en Colombie, de telle sorte que nous pouvons conclure aujourd'hui, d'une façon certaine, que *des traces de l'époque glaciaire s'étendent sur tout le trajet montagneux du cap Horn* (56° lat. S.) *jusqu'à la Sierra Nevada de Santa Marta* (11° lat. N.). Sur la côte patagonienne occidentale, des masses de glace continentale fermées ont recouvert l'archipel jusqu'à Chiloë, tandis que, dans la plaine patagonienne, la limite orientale du champ de glaces commence déjà au nord du détroit de Magellan (52° lat. S.) à se retirer de la côte vers les pentes de la Cordillère. Les lacs de bordure de la Cordillère, produits par l'érosion glaciaire et aussi en partie par l'endiguement morainique, s'étendent environ jusqu'à 40° de latitude Sud; mais, à partir de là, les phénomènes glaciaires se retirent toujours plus profondément dans la montagne et se terminent à des altitudes toujours plus élevées. Dans la région pauvre en précipitations de la Cordillère occidentale, entre 26° et 18° de latitude Sud, ils paraissent manquer complètement sur les montagnes isolées de moins de 5.000 mètres de hauteur, tandis que sur les pentes de même hauteur de la Cordillère orientale, plus riches en pluie, les moraines peuvent être suivies jusqu'au-dessous de 3.000 mètres.

Là où la glace a pu se répandre à l'état de champs de glaces sur une plaine, comme dans la région de Magellan, les formations glaciaires correspondent à celles du nord de l'Allemagne ou de la région des lacs nord-américains. Là où la glace tombait de profondes vallées dans la mer, comme dans l'archipel patagonien, le paysage des fjords de la Norvège ou de l'Alaska se répète. Dans les parties de la Cordillère riches en précipitations de la Patagonie moyenne et du Chili méridional, les lacs de bordure prennent le caractère de lacs alpins, ceints de files pressées de moraines terminales de hauteur minime ou moyenne. Mais là où, comme sur le haut plateau sec de Bolivie, les fleuves de glace, au débouché des vallées sur les plaines élevées, sont rapidement fondus par le soleil tropical, les parois des moraines terminales atteignent une hauteur inaccoutumée, et l'on retrouve le type de l'amphithéâtre d'Ivrée. Ainsi se répètent dans la Cordillère les divers types de l'hémisphère nord sous des conditions orographiques et climatiques semblables.

Mais l'harmonie est encore plus profonde. Dans la région magellane, on retrouve le phénomène

des lacs morainiques, quoique sur une échelle plus petite; puis, non seulement dans la Cordillère du Sud, mais très fréquemment dans la Cordillère équatoriale, on remarque ces petits lacs glaciaires, souvent réunis, creusés dans le roc, type auquel on a donné le nom de « tarns »; leur répartition concorde partout avec l'extension reconnaissable d'anciens glaciers, ce que l'on observe particulièrement bien dans le haut Pérou avec ses nombreux lacs de montagne.

L'*état de conservation* des moraines glaciaires récentes et des surfaces de rochers travaillées par la glace mérite d'être relevé en comparaison avec les mêmes formations dans l'hémisphère nord : dans les deux domaines, on observe la même *fraîcheur relative*, qui augmente avec l'approche des régions d'origine de la glaciation. La concordance est si frappante que, déjà en 1883, pendant l'exploration de la région de Magellan, je conçus de sérieux doutes à l'égard d'une glaciation alternative des deux hémisphères. Les moraines et cailloutis extrêmes non ravinés possèdent ici, comme là dans les régions riches en précipitations, une couche superficielle décomposée jusqu'à environ un demi-mètre, et celle-ci varie dans les climats froids ou tempérés du gris au brun (*limonitique*), par opposition à la couche colorée en rouge-brun (*latéritique*) que l'on rencontre partout sous les tropiques, où ces formations descendent très bas dans les climats riches en précipitations. Des précipitations moindres et le recul de la végétation, qui en est la conséquence, réduisent, comme on peut s'y attendre, à un minimum la formation de la couche décomposée, même sur les moraines les plus externes. C'est ce qui se produit par exemple dans la Cordillère occidentale, pauvre en pluie, de la Bolivie et encore dans la Cordillère plus humide de Potosi.

Ainsi l'état de conservation des formations glaciaires dans l'Amérique du Sud conduit à la conclusion que *leur origine ne peut se placer dans une période ni trop antérieure, ni de beaucoup postérieure à notre époque glaciaire.* Mais, étant donnée la complexité de nos formations glaciaires, nous devons tout d'abord nous assurer si nous pouvons comparer les deux analogues. Comme dans nos hautes et moyennes chaînes de montagnes qui ont été antérieurement couvertes de glaciers, les moraines non ravinées de la dernière glaciation et les formes des terrains glaciaires qui se présentent dans leur domaine dominent aussi dans la Cordillère. Tout ce qui est plus vieux se trouve tellement à l'arrière-plan qu'on ne l'a découvert que par une exploration systématique. Avant tout, ce sont celles des files de moraines terminales fraîches et frappantes qui ont poussé le plus loin, et en dehors desquelles, comme chez nous, on ne peut plus rien trouver de semblable, qui nous servent de guide et que nous considérons comme les *limites de la dernière glaciation.* Elles correspondent aussi aux moraines dites « Wurmmoränen » du domaine alpin, en ce que derrière elles s'intercalent au moins deux autres moraines de retrait semblables, encore plus fraîches, mais plus diminuées.

J'ai observé de telles moraines de retrait déjà en 1883 comme bordure de quelques lacs de la Cordillère patagonienne par 51° de latitude Sud; Raimondi avait déjà antérieurement remarqué deux moraines de retrait de ce genre dans le nord du Pérou; M. H. Mayer les retrouva dans l'Équateur, et nous les avons observées de la façon la plus claire aux montagnes de Tunari, près de Cochabamba, et dans d'autres parties de la Cordillère bolivienne orientale. Même quand on franchit en chemin de fer la Cordillère, entre Mendoza et Santiago, on ne peut pas ne pas remarquer la première moraine de retrait qui descend de l'Aconcagua, par le Valle de los Horcones, dans la vallée de la rivière Mendoza, au-dessus des bains des Incas.

II. — Les formations fluvio-glaciaires.

Aux moraines terminales extrêmes de la dernière glaciation se raccordent partout, dans la haute Cordillère, des plans de graviers fermés qui correspondent par leur extension et leur état de conservation à nos *terrasses basses.*

D'après la position des moraines terminales sur le terrain et d'après la forme des conduits d'écoulement, la nature et la conformation de ces graviers varient. Là où les moraines se sont avancées jusqu'au bord de la montagne, ces graviers prennent la forme d'immenses cônes de déjection plats, qui s'avancent dans l'avant-pays, que celui-ci soit la plaine argentino-patagonienne orientale, la vallée élargie en forme de bassin de Cochabamba, à 2.600 mètres de hauteur, ou le haut plateau de l'Alto-Peru au lac de Titicaca, à près de 4.000 mètres de hauteur. Comme chez nous, dans les vallées aux pentes abruptes, ce ne sont pas seulement les moraines qui sont tout à fait détruites, mais aussi les parties supérieures des terrasses, de sorte que leur extrémité supérieure ne se détermine pas par la position des moraines terminales, mais essentiellement par l'importance de l'érosion post-glaciaire.

Les remplissages des cuvettes nombreuses et en partie très étendues dans la région pauvre en précipitations de la haute Cordillère, entre 15 et 25° de latitude Sud, sont essentiellement d'origine fluvio-glaciaire. Là où ces remplissages ont été entamés par l'activité érosive actuelle (c'est le cas

en plusieurs endroits de la Cordillère orientale de la Bolivie et du nord de l'Argentine), cette *structure fluvio-glaciaire* se dévoile de la façon la plus distincte. Les dépôts alternatifs de cailloux, de sable et de lehm (limon) atteignent jusqu'à plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. Là l'épaisseur des galets augmente dans la direction des chaînes de montagnes encadrées par ces couches, qui étaient situées dans la région recouverte de glaciers.

Tous ces matériaux, qui, dans des conditions normales, auraient été entraînés comme masses de cailloutis dans les lits des vallées par les eaux de fonte, se sont accumulés dans ces régions par suite de précipitations d'une durée insuffisante, en partie aussi par suite des barrages de vallées dus à des phénomènes volcaniques et tectoniques, pour former ces puissants remplissages de cuvettes, desquels surgissent comme des îles de hautes montagnes ou chaînes de montagnes.

C'est à ces hautes surfaces presque planes, mais en réalité composées de nombreux cônes de graviers parallèles ou convergents, que se rapporte à l'origine la dénomination *quechua* de *pampa* (plaine).

Pour les distinguer de la pampa du bas-pays, pour laquelle cette dénomination est maintenant aussi employée, on peut les désigner conformément sous le nom de haute pampa. Là où les matériaux de remplissage des cuvettes sont à grain un peu plus fin, de la nature du sable ou du lehm, et renferment également de nombreux restes de Mammifères diluviens, comme dans le bassin de Tarija, ils n'ont rien de commun avec le lehm de la pampa du bas-pays, qui est surtout d'origine éolo-glaciaire. L'identification génétique des deux formations, amorcée déjà par d'Orbigny et poursuivie par beaucoup d'autres explorateurs, même par moi autrefois, est erronée; nous y reviendrons plus loin.

Dans l'avant-pays de la Cordillère argentino-patagonienne, les cailloux s'étendent, comme sur la bordure nord des Alpes, en larges surfaces, et ici se reproduit la division en dépôts plus âgés, haut situés, et plus fortement décomposés, et en dépôts plus jeunes, bas situés et relativement frais. J'ai aussi trouvé de vieux graviers et de vieilles moraines isolés dans une position élevée dans les vallées de la Cordillère sous de basses latitudes (Copiapo Tarija), et en 1892 j'en ai conclu à l'existence d'une ancienne et d'une plus jeune glaciation dans l'Amérique du Sud. Nordenskjöld a pu confirmer une division analogue pour la région de Magellan, et il est parvenu de cette façon à une interprétation plausible de la prétendue formation de galets patagonienne, qui doit être considérée comme formée d'une façon analogue aux vieux et aux jeunes cailloutis de l'avant-pays au nord des Alpes. Conway en Bolivie et H. Meyer dans l'Equateur croient aussi pouvoir établir une glaciation deux fois répétée, ce dernier, il est vrai, non par l'existence de graviers ou de moraines d'âges différents, mais sur la base de phénomènes d'érosion séparés, qui paraissent entraîner une telle conclusion. Nous avons pu, dans notre dernier voyage, constater de vieux cailloutis près de Tarija et de vieilles moraines sur le côté nord-ouest des Nevados de Quimza-Cruz; il n'est donc plus douteux que — abstraction faite naturellement des phases de retrait de la dernière glaciation — il a existé une *pluralité de glaciations* dans diverses régions de l'Amérique du Sud. L'épaisseur prodigieuse des remplissages de cuvettes fluvio-glaciaires dans la Cordillère et l'extension considérable des formations de galets patagoniennes ne trouve, il me semble, une explication satisfaisante que dans cette hypothèse.

Outre les moraines et graviers jusqu'ici mentionnés, on trouve encore dans la région de la Cordillère des dépôts que, d'après leur qualité, on doit qualifier de diluviens, car ils consistent, comme les autres, en masses de blocs et de galets peu serrés, pour la plupart stratifiés, avec une addition plus ou moins riche de sable et de lehm; et rien n'indique qu'ils aient requis un autre mode de formation que les produits nettement diluviens. Mais ils sont plus vieux que ceux-là. Ils remplissent principalement les parties les plus profondes des vallées comblées par les graviers diluviens de la Cordillère orientale argentino-bolivienne, ou ils forment, sur le haut plateau bolivien, des paysages tabulaires plus ou moins inclinés et morcelés (*tabladas*). En plusieurs endroits, ils sont redressés jusqu'à prendre une position perpendiculaire, et les graviers diluviens reposent en discordance prononcée sur eux; en d'autres endroits, comme dans la vallée de La Paz, ils sont traversés par de puissantes failles. A l'inverse des graviers et sables diluviens qui contiennent la faune de la Pampa, ils se sont montrés jusqu'à présent sans fossile. Un nouveau caractère qui les distingue consiste dans la présence constante de matériaux andésitiques, sous forme de gros blocs ou de tufs puissants. Quoique l'activité volcanique n'ait jamais cessé dans la Cordillère, à ce qu'il semble, pendant toute la période diluvienne, — la plupart des cônes volcaniques présentent distinctement les traces de la dernière glaciation, — nous ne rencontrons cependant, dans aucun autre dépôt diluvien, *une participation aussi générale des tufs volcaniques*. Brackebusch et Bodenbender ont qualifié ces formations de tertiaires supérieures; mais ils ont relevé leur habitus diluvien. Je puis placer ces couches de Jujuy, comme je les nomme, par comparaison avec l'Europe, à côté des plus vieux graviers des plateaux (Deckenschotter). Il s'agit ici surtout

de la plus vieille formation fluvio-glaciaire : Bodenbender en fait ressortir aussi en maintes occurrences l'aspect morainiforme, en particulier la grosseur considérable des blocs.

III. — Les formations limno-glaciaires.

Comme dans le Grand Bassin de l'Amérique du Nord, on trouve aussi, sur les hauts plateaux sans écoulement de la Bolivie, les traces de *lacs d'eau douce* très étendus, et ici comme là, les lacs et marais salés actuels, au voisinage desquels les signes de lacs diluviens sont visibles, nous apparaissent comme les derniers restes d'évaporation de ces derniers. Le sol, aux environs des lacs salés actuels de la Bolivie et de l'Argentine, est souvent plat comme une table sur de grandes étendues et consiste en un limon blanchâtre, poussiéreux, riche en chaux, qui, au voisinage des montagnes et chaînes qui l'entourent ou qui ressortent comme des îles sur le plateau, disparaît sous des cônes de déjection plats formés de sable et de galets. A environ cinquante mètres au-dessus du sol plan des hauts plateaux boliviens apparaissent des bandes blanches, brillantes, de tuf calcaire, le long des pentes des montagnes, et cette pierre recouvre aussi comme une calotte les petites montagnes qui surgissent du plateau jusqu'à cette hauteur. Plusieurs fois, on remarque deux terrasses se détachant distinctement sur le profil des montagnes isolées; des galets de plage les recouvrent, signe certain d'un état antérieur plus élevé de l'eau.

Sur la nature des lacs qui ont laissé ces traces, les paliers de tufs calcaires donnent la meilleure explication. Ils renferment des cavités et des impressions de plantes de la nature des roseaux; en plusieurs endroits, ils fourmillent des coquilles délicates d'une *Bithynia*. Le plus répandu est un tuf *pierreux*, dense, le plus rare un tuf *dendritique*, les deux concordant complètement avec les deux espèces ordinaires de tufs des lacs diluviens du Grand Bassin américain. A mon grand étonnement, j'ai aussi trouvé sur le vieux sol lacustre du Lago de Bistram, dans les lagunes de Tacsara, entre Tarija et Jujuy, une espèce de tuf qui était connue jusqu'à présent exclusivement dans les lacs Mono et Lahontan du Grand Bassin, l'énigmatique *tinolithe*. Les cristaux, longs d'un pouce, possèdent des surfaces semblables et la même structure pseudomorphe que dans l'Amérique du Nord, mais sur la composition originelle du minéral ils ne fournissent aucune indication nouvelle. Tandis que les tufs calcaires normaux se sont vraisemblablement déposés au sein de lacs d'eau douce, comme dans l'Amérique du Nord, la présence de la tinolithe immédiatement au-dessus du niveau d'une lagune salée indique qu'elle s'est formée dans des eaux riches en sels. Il existe donc, quant à la nature des dépôts, une concordance complète avec les conditions de l'ouest de l'Amérique du Nord.

Mais aussi le rapport des lacs et marais salés actuels du haut plateau bolivien avec les lacs de l'époque diluvienne est le même que là-bas : ils remplissent les parties les plus profondes de ces derniers et doivent être considérés comme ce qui reste de leur évaporation. Après leur diminution, il n'y a plus eu place, dans les deux régions, pour d'autres modifications que la formation de cônes de déblais alluviaux sur les bords des bassins. A cause de cela, il ne peut subsister aucun doute sur la *contemporanéité des phénomènes dans les deux régions*.

La plus grande partie du haut plateau bolivien semble avoir été recouverte par un seul grand lac d'eau douce, enchâssé en son milieu, à la façon d'une paire de lunettes, par l'isthme de Salinas de Garci Mendoza. Les restes de la moitié septentrionale, qui, d'après le premier explorateur, doit être nommée Lago Minchin, sont maintenant encore représentés par le Lago de Poopo (Pampa Aullagas) et le Sallar de Coipasa, ceux de la moitié méridionale, le Lago Reck, par le grand marais salé d'Uyuni et ses annexes. Chacune de ces deux parties possédait environ l'étendue du lac actuel de Titicaca, mais une profondeur beaucoup moindre que ce dernier. De petits lacs analogues paraissent avoir existé en grand nombre, au nord, à l'ouest et au sud de ces deux grosses masses d'eau; mais plus leur surface était petite, plus leurs traces ont été effacées. Tous ces phénomènes montrent que les petits lacs salés et boraciques de la Cordillère occidentale sont les *équivalents géologiques* des grands lacs et marais salés du haut plateau, et par eux nous sommes conduit au bassin de nitre du désert d'Atacama, dont l'explication ne me paraît possible que par analogie avec les phénomènes décrits pour le haut plateau.

IV. — Les formations éolo-glaciaires.

L'analogie entre le lehm de la pampa et le lœss européen a été reconnue presque aussitôt que la concordance entre les moraines et les blocs erratiques des deux régions. Comme rapporteur de l'Académie des Sciences de Paris sur les résultats du voyage de d'Orbigny, Elie de Beaumont exposait, déjà en 1843, que, dans les plaines sud-américaines, ces deux formations remarquables se trouvent l'une à côté de l'autre, quoique séparées, les blocs et les cailloux roulés dans le sud, le lehm de la pampa dans le nord, et il pénétrait jusqu'au cœur du problème du lœss lorsqu'il soulevait la

question des rapports entre les deux et établissait que, dans l'Amérique du Sud comme dans l'Amérique du Nord et en Europe, *les deux formations se suivent toujours dans la direction du pôle à l'équateur*, et que l'une ne commence que là où l'autre cesse. Ce fait est aussi aujourd'hui incontesté si l'on considère les grands domaines de glaciation et les régions du lœss qui leur sont liées.

Une comparaison du véritable lehm de la pampa de l'Argentine — il fait défaut en Patagonie comme dans la Cordillère — avec celui d'Europe, par exemple avec le lœss du Rhin supérieur, fait voir des analogies surprenantes, mais aussi des différences. Nous avons dans les deux régions du lœss avec une teneur en carbonate de chaux uniforme et du lœss-lehm sans carbonate de chaux, puis de la *tosca*, c'est-à-dire des concrétions calcaires formées par la décalcification de la couche du lœss qui se trouvait à la surface; enfin, il y a des couches de lœss qui ne contiennent que de petits noyaux de tosca et d'autres en contenant de très gros, parfois réunis en bancs. Mais une différence frappante nous est offerte par la nature solide, on peut dire pierreuse, de beaucoup de parties du lœss-lehm de l'Argentine, ainsi que par la présence fréquente de plaques de tosca apparaissant sous forme de filons et qu'on ne rencontre chez nous que dans les roches dures au-dessous du lœss. Je crois que ces différences proviennent peut-être en partie d'une composition moyenne un peu différente des matériaux, mais surtout de ce que le lœss de l'Amérique du Sud se présente sous des latitudes plus basses qu'en Europe, principalement entre 40° et 30°, c'est-à-dire qu'il s'est déposé dans des contrées où le Soleil chauffe et dessèche le sol plus fortement et d'une façon plus durable (étant données les conditions climatériques régnantes) que dans nos climats riches en pluie. Il en est résulté une masse plus solide, incomplètement calcinée. Si l'on considère l'emploi fréquent des briques séchées à l'air (*adobe*), ainsi que leur grande résistance dans ces pays, on comprend les particularités du lœss-lehm de là-bas. Dans la roche fendue et crevassée, la tosca se sépare aussi en filons.

Si toutefois nous faisons abstraction de ces différences d'habitus, et si nous dirigeons notre attention sur la stratigraphie du lehm de la pampa, des concordances frappantes nous sautent aux yeux. Dans les dépressions de la pampa se trouve fréquemment — formant le sol des marais ou remplissant d'anciens canaux d'écoulement — un produit de lessivage du lehm vrai, l'étage du *Postpampeano* ou *Pampeano lacustre*, formation de répartition locale et non générale. D'après sa nature et sa situation, ce dépôt peut être comparé à notre loess et à notre lehm noyé, qui remplit aussi de vieilles rigoles ou qui est répandu sur les bords des terrasses inférieures à l'état de mince couverture. Le véritable loess ou lehm de la pampa est plus vieux; il possède comme notre loess ou loess-lehm une extension originelle universelle sur d'immenses régions, il recouvre comme un manteau montagnes et vallées et ne fait défaut que là où, par suite de circonstances orographiques et hydrographiques, sa disparition postérieure s'explique facilement. S. Roth y distingue des formations pampéennes supérieure, moyenne et inférieure (Ameghino nomme *Pampeano inferior* la formation moyenne, et *couches du Monte-Hermoso* la formation inférieure).

La formation pampéenne supérieure ressemble, par sa position et sa nature, à notre *lœss supérieur*. D'ordinaire, elle est meuble et riche en chaux, supporte une couverture de lehm brun, ne laisse apercevoir aucune stratification générale en zones de tosca et ne renferme, pour autant que j'ai pu l'observer, que de petits nodules de tosca, mais jamais de très gros bancs de celle-ci.

La formation moyenne, dans le sens de Roth, est de structure plus complexe. Sur les flancs abrupts des côtes au sud de Cabo Corrientes, on aperçoit, dans une coupe de plus de 15 mètres de hauteur, des couches de décomposition colorées en rouge-brun sans tosca, avec des gisements intermédiaires plus clairs riches en tosca. Les nodules de tosca atteignent parfois des dimensions considérables et se réunissent en bancs. Ce sont là les caractères évidents du *vieux loess* dans la région du Rhin supérieur.

Le *Pampeano inferior* s'écarte distinctement des deux étages plus jeunes. C'est un lehm brun couleur de foie, ressemblant par son aspect à l'argile basaltique; ses fentes et crevasses sont remplies de plaques de tosca bizarres. Je ne connais rien qui lui ressemble dans nos formations de lœss. Sa nature particulière m'est apparue clairement lorsque M. S. Roth nous montra, à M. Lehmann-Nitsche et à moi, les endroits où Ameghino croit avoir trouvé, dans cette plus vieille couche de la pampa, les traces d'une activité humaine dans des scories artificielles et des pierres calcinées. Là reposent en couches, dans une argile brune, des fragments, dont la grosseur peut atteindre celle d'une noix, de laves noires, brunes et rouges non douteuses. Qu'on les considère comme des produits d'éruption, qui auraient été projetés, à travers l'atmosphère, de la Cordillère distante de plus de 1.000 kilomètres, ou qu'on les envisage, ce qui me paraît plus vraisemblable, comme un produit du transport des laves poreuses par les cours d'eau, en tout cas, leur présence prouve qu'à l'époque de formation du *Pampeano inferior* régnait une très vive activité volcanique;

il est donc, par là, très vraisemblable que des cendres volcaniques ont participé dans une grande mesure à la composition des couches les plus profondes; la nature particulière de celles-ci devient ainsi compréhensible.

Comme résultat final de notre comparaison, nous pouvons dire ceci : Les formations pampéennes moyenne et supérieure correspondent à nos lœss inférieur et supérieur du Rhin supérieur; le *Postpampeano* ressemble à nos masses de loess d'inondation. Mais la plus vieille division de l'Argentine contraste indiscutablement avec les autres; il n'est d'ailleurs pas certain qu'elle possède une extension aussi générale qu'elles. Dans les profils du loess de la région de Cordoba, que Bodenbender a si soigneusement étudiée, on reconnaît facilement toutes les divisions de la formation pampéenne, malgré le facies fluviatile qui y domine, mais non l'étage le plus vieux. Nous mettrions plutôt ce dernier sur la même ligne que les couches de Jujuy, parce que la formation des deux coïncide avec une époque d'éruption de tufs volcaniques particulièrement accentuée. Comme les équivalents des couches de Jujuy à grains grossiers doivent être cherchés en Europe dans les plus vieux graviers des terrasses, on doit mettre en parallèle avec les couches du Monte-Hermoso les sables et tufs pliocènes jeunes.

De notre comparaison découle donc un résultat important : *Il existe, entre les bassins de lœss de l'Argentine et de la région du Rhin supérieur, une concordance stratigraphique étendue, qui serait inexplicable si le lœss des deux domaines ne s'était pas formé de la même façon et simultanément.*

Quelles conclusions nous apporte maintenant l'Amérique du Sud sur le mode de formation du lœss? L'eau et le vent ont agi ensemble : telle est la réponse habituelle, et les observateurs isolés ne diffèrent que par la part qu'ils attribuent à l'un et à l'autre facteur. Mais, pour l'apparition du lœss de la pampa, on peut constater la même règle que pour celui d'Europe : à l'inverse de toutes les autres formations analogues, il est étendu indépendamment du cours des rivières actuelles ou passées, de sorte que, si nous voulions le considérer en général comme un dépôt aqueux, nous devrions revenir à la notion antédiluvienne d'un déluge général. Le lœss s'élève de la plaine de la pampa jusqu'à une certaine hauteur sur les sierras pampéennes et les recouvre comme un manteau; alors, sa composition reste la même et indépendante de la nature du sous-sol : même sur une base exempte de chaux, il est originellement riche en carbonate, comme chez nous. Il n'est donc pas local.

Cela indique certainement un mode de formation éolien, et l'eau ne peut que l'avoir secondairement inondé, nivelé et souillé. Il a été formé à plusieurs reprises et dans des espaces déterminés aux temps diluviens, comme en Europe, et il fuit, là-bas comme ici, les régions de la dernière glaciation. Ces faits supposent des conditions particulières de formation, qui se sont réalisées périodiquement. Si le lœss n'était que la poussière de désagrégation des montagnes, s'accumulant dans un climat sec comme celui des steppes, comme von Richthofen l'a pensé, sa formation se continuerait aujourd'hui sur de vastes régions de la Cordillère et de la plaine; mais cela n'est pas. Dans le désert d'Atacama, sur le haut-plateau bolivien, dans la pampa, de la poussière est produite, soulevée, emportée et de nouveau déposée; mais on ne constate aucune formation générale de lœss qui puisse se comparer, même de loin, avec celle des temps diluviens. Pour produire cette dernière, il a fallu des quantités considérables de sable fin et meuble, exposées sans interruption sur de vastes surfaces à des vents soufflant régulièrement, qui les transportaient plus loin. Si nous nous demandons quand et où de telles conditions ont régné aux temps diluviens, il me semble qu'il n'y a qu'une seule réponse satisfaisante, qui a été donnée pour la première fois par Jentzsch.

Là où de grands champs de glace fondent, les moraines profondes sont ravinées et éparpillées par les eaux de fusion; des graviers, du sable grossier, fin, puis de plus en plus fin, sont répandus sur la surface du sol, et comme ces matériaux sont seulement triturés mécaniquement, et non décomposés chimiquement, ils sont meubles et désunis, en même temps riches en carbonate là où les moraines se sont formées aux dépens de montagnes calcaires. Si un second facteur intervient alors, le vent, qui souffle assez violemment et sans interruption des régions glacées vers l'Equateur, le sable le plus grossier se dispose en forme de dunes, tandis que le plus fin est transporté par l'air comme poussière. Ainsi s'accomplit une séparation des matériaux, la grosseur des grains allant en décroissant du pôle vers l'Equateur. Si cette hypothèse est exacte, nous devons nous attendre à trouver une telle répartition régulière dans toutes les grandes régions de glaciation. La loi d'Elie de Beaumont exprime déjà l'état de choses réel pour les graviers et le lœss. Dans le nord de l'Allemagne, on sait qu'une large zone de sable s'intercale entre le lœss et les cailloux grossiers; mais les rapports sont encore plus simples et plus clairs dans la plaine argentino-patagonienne. Dans le sud, jusqu'au Rio Chubut environ (44°), règnent les moraines et les graviers; puis commence, comme l'a montré S. Roth, le domaine du sable, et c'est seulement à partir du Rio Negro (40°) qu'apparaît le lœss, qu'on peut suivre ensuite jusque vers le tropique. Ce rapport simple de dépen-

dance des trois formations est plus effacé dans l'Europe moyenne, par suite de la direction, parallèle au bord de la glace, des Mittelgebirge et des Alpes; mais, dans l'Amérique du Sud et aussi du Nord, il saute aux yeux et nous convainc.

Nous arrivons enfin à la conclusion suivante: *Les régions de lœss diluviennes sont situées entre les régions recouvertes des champs de glace et l'Equateur*, car leur origine dépend de la distribution en surface des formations fluvio-glaciaires. La formation d'une couche de lœss suppose le recul continu d'un manteau de glace continentale vers le pôle, et les variations climatériques des temps diluviens se reflètent non moins distinctement — peut-être souvent plus clairement — dans les divisions du profil du lœss que dans les formations glaciaires, fluvio-glaciaires et interglaciaires. La nature complexe des modifications du climat dans la période diluvienne, que nous lisons sur les profils du lœss de la région du Rhin supérieur, reparaît dans le limon de la pampa, et, dans la limite de nos connaissances actuelles, la concordance y est complète.

V. — Conclusions générales.

Ainsi toutes nos connaissances actuelles sur les formations diluviennes de l'Amérique du Sud nous conduisent à cette conclusion qu'en première ligne les dépôts et phénomènes glaciaires, puis ensuite les dépôts et phénomènes fluvio-, limno- et éolo-glaciaires qui en dépendent, se laissent *paralléliser stratigraphiquement* sans effort avec ceux de l'hémisphère nord. Les traces de la dernière glaciation nous conduisent sans interruption à travers l'Equateur jusqu'au cap Horn. Leur ordre de grandeur paraît être partout le même, — comme Nordenskjöld l'a montré en Patagonie, H. Meyer dans l'Equateur (comme dans l'Afrique centrale) et moi-même dans le Haut-Pérou; — autrement dit, l'abaissement de la limite des neiges pendant la dernière époque glaciaire atteint la même valeur sous des latitudes analogues, tout en paraissant un peu plus grand sous les hautes latitudes et un peu plus faible sous les basses latitudes.

Sur le Tacora, dont la cime, sous une latitude de 17°30′, touche à 6.060 mètres la limite des neiges éternelles, on peut suivre les moraines frontales de la dernière époque glaciaire jusqu'à 4.200 mètres environ; dans la Cordillère orientale, plus riche en précipitations, le Tunari atteint, sous une latitude presque égale (17°10′), la limite des neiges à 5.200 mètres, tandis que les moraines terminales correspondantes s'abaissent jusqu'au-dessous de 3.000 mètres. De quelque façon que l'on calcule la limite des neiges pour la dernière époque glaciaire, sa position diffère sur les deux montagnes, par rapport à la limite actuelle, dans le même sens et à peu près de la même valeur. Il est ainsi prouvé que, dans l'Amérique du Sud, il existait déjà à l'époque diluvienne les mêmes différences climatériques qu'aujourd'hui; comme un fait analogue a déjà été établi pour de vastes régions de l'Europe, il en résulte une *conformité remarquable de rapports entre des contrées fort éloignées des deux hémisphères*. Nous ferons donc bien de renoncer définitivement à tous les essais d'explication des temps glaciaires qui ne sont pas d'une nature générale.

La concordance stratigraphique des formations diluviennes dans les deux hémisphères acquiert ainsi un degré élevé de certitude, et elle nous met en possession d'une mesure de temps générale pour l'époque diluvienne sur toute la Terre. Nous pouvons déterminer la contemporanéité des formations terrestres diluviennes, pour autant qu'elles résultent de phénomènes glaciaires, plus nettement que celle de n'importe quels autres sédiments, pour le parallélisme desquels nous devons nous guider presque sans exception sur leurs débris organiques. Les dépôts salins résultant de mouvements eustatiques peuvent tout au plus prétendre à une telle précision, quand on peut démontrer qu'ils proviennent réellement de telles causes générales, comme par exemple dans le Trias ou à la fin de l'époque crétacée.

Mais la précision de la détermination du temps est, pour l'époque diluvienne, d'une importance d'autant plus grande qu'elle nous permet d'établir exactement les transgressions préhistoriques de l'homme sur les diverses parties de la Terre. Dans l'Amérique du Sud, l'homme n'apparaît qu'avec ou à la suite de la faune de l'hémisphère nord, qui, dans ce continent, fait encore entièrement défaut à l'époque des couches du Monte-Hermoso et ne se répand qu'avec le vieux lœss (*Pampeano intermedio* de Roth). Les traces certaines les plus anciennes de l'homme, qui m'ont été montrées par Roth dans le lehm de la pampa, ne remontent pas plus haut que les plus jeunes couches du lœss inférieur, peut-être seulement au lœss supérieur, par conséquent à la dernière époque interglaciaire. Tous les gisements plus vieux sont au moins douteux, et, comme les traces de feu du *Pampeano inferior* au Cabo Corrientes, ils sont, non pas des preuves de l'*Homo americanus*, mais des produits naturels, que l'imagination de l'*Homo europaeus* immigré a baptisés du nom de produits artistiques.

G. Steinmann,

Professeur de Géologie et Paléontologie
à l'Université de Bonn.

LE LABYRINTHE DE L'OREILLE CONSIDÉRÉ COMME L'ORGANE DES SENS MATHÉMATIQUES DE L'ESPACE, DU TEMPS ET DU NOMBRE

Sur le point de terminer un ouvrage détaillé sur les fonctions physiologiques de l'appareil semi-circulaire, considéré comme l'organe destiné à recevoir les sensations des trois directions de l'espace, je dus soumettre à une vérification et à une analyse nouvelles les plus importantes de ces fonctions, telles qu'elles furent établies par les recherches faites au cours de la dernière trentaine d'années.

Je réussis, à cette occasion, à élargir notablement la portée fonctionnelle du labyrinthe, à en localiser plus exactement les diverses fonctions et à en définir plus rigoureusement la nature. Dans l'ouvrage en question[1], se trouvera l'exposé complet des faits nouveaux et des points de vue récents qui permettent de donner une forme plus générale à ma théorie du sens de l'espace. Ici, je résumerai brièvement les points principaux de cette transformation.

I

Voici les trois propositions essentielles de ma théorie des fonctions du labyrinthe de l'oreille, formulées dans mes dernières recherches :

1° *Les sensations dues à l'excitation des canaux semi-circulaires sont des sensations de direction. Elles ne sont perçues par la conscience que lorsque l'attention est dirigée sur elles.* C'est en nous basant sur les perceptions des trois directions cardinales que nous formons notre représentation d'un espace idéal à trois dimensions. Nous obtenons ainsi directement la représentation d'un système de trois coordonnées, perpendiculaires les unes aux autres, sur lequel nous projetons nos perceptions venues du monde extérieur par l'intermédiaire des autres organes sensoriels. C'est pendant cette projection que l'image rétinienne *négative* est transformée en image *positive*. Notre conscience correspond au point O de ce système rectangulaire de coordonnées. Les trois directions fondamentales de haut en bas, d'avant en arrière, de droite à gauche, changent de *signe* en ce point O. J'avais appelé directions verticale, transversale et sagittale *positives* celles qui vont en haut, à droite et en avant, et, au contraire, *négatives*, celles qui vont en bas, à gauche, en arrière. Quant au *sens* d'une direction, il se rapporte seulement au *signe* appartenant à l'une des trois sensations spécifiques de direction. Aussi l'une des lois les plus importantes dérivées de mes nombreuses recherches sur les illusions dans la perception des sensations de direction, s'énonce-t-elle ainsi : toutes les illusions de ce genre ne portent que sur le *sens* de la direction, par conséquent seulement sur ce *signe*.

Dans une étude[1] publiée en 1901, nous pûmes déduire, de la manière la plus complète, l'origine des axiomes et des définitions de la Géométrie euclidienne des sensations de direction fournies par l'appareil semi-circulaire et ses nerfs ampullaires. Cette étude avait pour but premier de donner les bases physiologiques de cette géométrie, puis de fournir une solution psycho-physiologique du problème de l'espace. L'énoncé de la première proposition de ma théorie du sens de l'espace, que je viens de reproduire ici, garde encore aujourd'hui toute sa valeur.

2° L'orientation proprement dite dans les trois dimensions de l'espace, c'est-à-dire le choix des directions dans lesquelles nous devons exécuter nos mouvements, ainsi que la coordination des centres nerveux qui nous font prendre et conserver ces directions, se ramène presque exclusivement aux fonctions de l'appareil semi-circulaire. Chez les Invertébrés, ce sont des otocystes (Yves Delage) qui servent pour l'orientation locomotrice.

3° C'est encore de préférence par l'intermédiaire du labyrinthe que s'effectuent la régulation et la graduation des innervations au point de vue de leur intensité, de leur durée et de l'ordre de leur succession, indispensables pour l'orientation ; et cela, non seulement dans les centres nerveux qui maintiennent l'équilibre, mais encore dans ceux qui commandent les autres mouvements appropriés. Quand son action vient à manquer, cette influence régulatrice peut trouver une suppléance, encore que très imparfaite, dans les autres organes des sens (vue, toucher, etc.).

Pour qu'un mouvement approprié des extrémités ou du corps entier, auquel participent plusieurs muscles ou groupes musculaires, puisse s'effectuer,

[1] Cet ouvrage, actuellement sous presse, paraîtra, avant la fin de l'année 1907, chez l'éditeur Julius Springer, à Berlin.

[1] E. de Cyon : Die physiologischen Grundlagen d. Geometrie von Euklid. *Pflüger's Archiv*, t. LXXXV, 1901.

il est indispensable qu'une graduation précise de leur innervation ait lieu. C'est ce que j'ai montré en détail, il y a déjà plus de quarante ans, dans ma monographie sur le *Tabes dorsalis*, à l'occasion d'un exposé des recherches portant sur l'influence exercée par les racines postérieures sur l'excitabilité des racines antérieures [1] de la moelle épinière. Nous n'insistâmes que bien plus tard, dans les années 1873-1878, sur l'importance des résultats de ces recherches pour l'étude physiologique de l'appareil semi-circulaire. Cette importance a été reconnue depuis par tout le monde [2]. Dans ces dernières années, nos notions de cette influence des racines postérieures sur l'activité musculaire, particulièrement sur le *tonus musculaire*, se sont encore élargies par les constatations expérimentales nombreuses d'autres auteurs. Des recherches de Mott et Sherrington, et surtout les études expérimentales décisives de Herm. Munk [3] présentent un intérêt de tout premier ordre pour la question qui nous occupe. Ce dernier a exactement déterminé les régions de l'écorce cérébrale qui sont le point d'arrivée des excitations sensitives périphériques destinées aux centres corticaux moteurs. Là, nous trouvons de véritables accumulations d'excitations qui sont destinées en première ligne à l'innervation des muscles. C'est avec raison que Hermann Munk a attaché également une grande importance à la détermination de la *durée* de l'innervation. Nous ne tiendrons compte ici que des résultats des recherches récentes qui se rapportent directement à l'étude des fonctions de l'appareil semi-circulaire.

Pour faciliter l'intelligence des processus qui entrent en jeu dans la mesure de ces forces d'excitation, il y a lieu de donner des désignations particulières aux facteurs qui y participent. Nous appellerons *énergigènes* les organes périphériques (peau, muscles, tendons, articulations, etc.), dont les appareils nerveux terminaux sont la source des excitations, et *voies énergidromes* les racines postérieures, ainsi que toutes les fibres spinales et cérébrales qui transmettent ces excitations. Les *énerginomes* [4] sont les régions centrales de la moelle, du cerveau et du cervelet où s'emmagasinent les excitations. Enfin, l'appareil semi-circulaire, chargé de régler et de mesurer l'intensité et la durée des innervations, est désigné sous le nom d'*énergimètre*.

[1] *Gesammelte physiol. Arbeiten*, p. 197. Berlin, 1888.

[2] *Loc. cit.*, p. 330.

[3] Ueber die Folgen des Sensibilitätverlustes d. Extremität für deren Motilität. *Sitzungsber. d. preuss. Akad. d. Wissensch.*, t. XLVIII, 1903, et Ueber die Funkt. d. Kleinhirns, *Ibidem*, vol. XXII, 1906.

[4] Du mot grec νόμος, dans le sens de région, district.

II

Dans mes recherches de 1900 [1], j'ai expliqué plus en détail les raisons qui nous obligent à admettre une division absolue des terminaisons périphériques des nerfs vestibulaires en deux groupes, dont l'un est destiné à envoyer *continuellement* aux centres d'innervation des excitations inhibitrices et dont l'autre n'est excité que *temporairement*. Autant que nous pouvons l'affirmer actuellement, cette différenciation des deux appareils nerveux terminaux est réalisée de la façon suivante :

1° Les canaux semi-circulaires avec les nerfs ampullaires constituent l'organe exclusif des sensations de direction (voir plus haut, 1re proposition) ;

2° Les otocystes, appareil de régulation proprement dit des innervations, pour ce qui est de leur intensité, de leur durée et de leur succession, remplissent les fonctions d'un *énergimètre*.

Chez les Invertébrés, dont la motilité est surtout réflexe, ce rôle des otocystes se réduit à amener des phénomènes d'inhibition qui permettent d'emmagasiner des forces d'excitation dans les centres cérébraux. Il en est tout autrement chez les Vertébrés. Ici, les nerfs des otocystes et les centres cérébraux correspondants jouent vraiment le rôle d'énergimètres : fonction mécanique complexe et difficile. La régulation des innervations consiste, en effet, en une mesure exacte de l'intensité et de la durée des contractions à effectuer par les muscles ou les groupes musculaires; il s'agit donc de processus très délicats, très précis, portant sur l'*espace* et sur le *temps*. En ce qui concerne le côté *spatial* des processus, elle exige que les otocystes utilisent des centres cérébraux des nerfs ampullaires, puisque la mise en œuvre des mouvements intentionnels appropriés dépend le plus souvent des sensations de direction provenant de ces nerfs. Quant à la mesure *chronologique*, elle exige, en outre, l'intervention du sens dit *du temps*. A quel organe faut-il, maintenant, attribuer ce *sens du temps?*

Il y a bien des années déjà qu'Yves Delage et Aubert [2] avaient exprimé l'opinion que, puisque je désignais un organe spécial pour le sens de l'espace, il me fallait aussi en trouver un pour le sens du temps, « qui, au point de vue métaphysique, est absolument comparable au premier ». D'une façon générale, les exigences de la Métaphysique ne doivent pas commander la recherche scientifique.

[1] *Pflüger's Arch.*, t. LXXIX, « Labyrinthe de l'oreille, etc., V. aussi : Le sens de l'espace. *Dictionn. de Phys.* de Charles Richet.

[2] Études expérimentales sur les illusions, etc. *Arch. de Zoolog. expériment.*, 2e série, t. IV, traduction d'Aubert. Zubingen, 1888.

Cependant, la relation étroite qui existe incontestablement entre le temps et l'espace est un fait certain, dont le physiologiste doit aussi tenir compte. Il était donc utile de soumettre à une vérification plus approfondie les différences qu'il y a entre les idées d'espace et de temps, telles que Kant surtout les a définies : « Le temps n'est pas un concept empirique fourni par une expérience quelconque, car la *simultanéité* ou la *successivité* ne tomberaient pas même sous l'observation, si la représentation du temps n'était pas donnée *a priori*... Le *temps* n'a qu'une dimension. Les différents *temps* sont, non pas ensemble, mais successivement, de la même manière que différents *espaces* sont, non pas successifs, mais simultanés. » Physiologistes et psychologues furent d'accord en ceci, que cette extension unique du temps ne pouvait être conçue que comme une *longueur*. La seule question difficile à résoudre était de savoir quelle pouvait être la *direction* de cette extension en *longueur* du temps. Après une analyse exacte de la plupart des facteurs qui jouent un rôle dans cette question, je pus arriver, il y a déjà nombre d'années, à la conclusion que la succession des phénomènes et des mouvements ne pouvait s'exprimer que par la *direction sagittale*. Elle correspond donc à la coordonnée de même nom appartenant au sens de l'espace. Le point 0 de la coordonnée du temps doit forcément coïncider avec celui du système des coordonnées de l'espace, puisque ce dernier correspond à son tour au *Moi conscient et indivisible*. D'après ma théorie du sens de l'espace, ce sont les perceptions des sensations de direction qui forment les assises de la conscience du *Moi* et permettent de considérer notre *Moi* comme différent du monde extérieur. Elles permettent, selon l'expression très juste donnée par Hensen à ma pensée, « de nous considérer, d'après notre sentiment primordial, comme le pivot autour duquel se meuvent tous les corps ».

Le passé et l'avenir, ce qui est derrière nous et ce qui est devant nous, correspondent à la direction d'arrière et d'avant. Derrière nous et devant nous, voilà les deux sens de la direction du temps, les deux signes (+ ou —) de la même coordonnée sagittale. En un mot, les sensations de direction de l'appareil semi-circulaire, auxquelles nous sommes redevables de notre représentation d'un espace à trois dimensions, nous servent aussi à nous constituer notre représentation du temps à une dimension.

Par la connaissance, ainsi acquise, de la vraie direction du temps, nous arrivons à une intelligence bien plus complète des relations étroites qui unissent nos notions de l'espace et du temps. Seulement ces relations nous apparaissent tout autres que ne les imaginaient Kant et les partisans de la doctrine *a priori*. La successivité, dans le temps, des phénomènes et des mouvements, en particulier, ne peut plus être considérée comme étant en opposition absolue avec la *simultanéité* des phénomènes dans l'espace. Il y a un *parallélisme* des phénomènes dans le temps (le synchronisme) qui correspond complètement au *parallélisme* dans l'espace géométrique : tous deux dépendent, d'après nos connaissances actuelles, d'une excitation simultanée de certains canaux semi-circulaires[1].

Mais la direction n'est que l'une des composantes qui constituent le concept de temps. La vitesse d'un mouvement fournit le deuxième et principal élément de l'idée de temps, la *durée*. Aussi, dans les nombreuses études sur le sens du temps, les psycho-physiologistes ont-ils coutume de procéder toujours à des mensurations précises de la durée des processus physiologiques. Pour déterminer la durée d'un phénomène, ils cherchèrent à connaître exactement le temps de l'excitation, de la perception de la sensation et du mouvement fait. L'intervalle qui les sépare devait exprimer la durée de la propagation d'une innervation ou d'une excitation. Depuis Vierordt (1868), on choisissait de préférence pour les mensurations la durée des sensations auditives. Ces mensurations de la durée ont leur origine dans la conviction acquise que les intervalles de temps sont bien réellement égaux entre eux. D'autres physiologistes, comme, par exemple, Czermak, essayèrent — à l'exemple de la plupart des philosophes — de mettre la notion du temps en relation avec le sens de la vision. Dans ses « Idées pour contribuer à une théorie du sens du temps », Czermak tenta d'expliquer le concept *vitesse* par la convergence des axes oculaires et par l'accommodation de l'œil. Ludwig inclina à accepter comme parfaitement fondée cette conception, « *puisque nous voyons en quelque sorte directement la vitesse* ». Mais depuis qu'en l'année 1875-1876 nous avons pu établir que l'appareil oculo-moteur se trouve sous la dépendance régulière et continue des canaux semi-circulaires, on doit interpréter tout différemment le mécanisme de cette « vision de la vitesse » : le déplacement des axes oculaires, en effet, — nous devons l'affirmer actuellement, — est commandé principalement par l'excitation des nerfs ampullaires.

III

Nous avons déjà exposé plus en détail dans les bases de la Géométrie euclidienne[2] plusieurs des

[1] *Pflüger's Arch.*, t. XCIV, 1903.

[2] *Pflüger's Arch.*, t. LXXXV, 1901 (Voir aussi notre étude dans la *Revue philosophique*, juillet 1901).

causes de l'infériorité de l'œil sur l'oreille dans la formation de nos représentations spatiales. La mesure par l'œil, comme on le sait, est d'une précision très imparfaite. Il nous faut des instruments optiques très fins, quand nous voulons effectuer des mensurations très précises. « L'oreille, dit Helmholtz, perçoit environ dix octaves de sons différents, tandis que l'œil ne perçoit qu'une sixte..; l'œil n'a que trois sensations fondamentales différentes..., l'oreille, au contraire, distingue un nombre formidable de sons de hauteur différente[1]... Dans toutes les mensurations, qu'elles soient chronologiques ou spatiales, les nombres jouent le rôle principal. Mais la géométrie n'est pas une *théorie pure des grandeurs;* ce sont les concepts de *direction* et de *distance* qui constituent sa base principale; c'est surtout la première qui a une importance dominante pour la géométrie de l'espace. Or, les relations physiologiques entre les concepts de la direction et de la distance s'effectuent par des associations de perceptions des sensations fournies par les canaux semi-circulaires et la rétine.

Pour le sens du temps, au contraire, la *direction* n'a qu'une signification secondaire; *bien plus importants sont les concepts de nombre.* Etant donnée l'extraordinaire précision avec laquelle doivent s'effectuer la mesure de la durée d'innervation et le choix du moment où chaque innervation particulière doit commencer et s'achever dans les processus dont nous avons parlé plus haut, il s'agit de nombres infiniment petits. En effet, les *mesures* qui sont effectuées dans les centres cérébraux exigent une précision notablement plus grande que les mesures artificielles de la durée dans les expériences des physiologistes. D'autre part, les recherches de E. H. Weber avaient déjà montré que des musiciens exercés peuvent encore percevoir une différence de hauteur des sons qui correspond à un intervalle de vibrations de 1000 à 1001. Cela fait 1/64 de demi-ton, *grandeur plus petite que l'écart des fibres de Corti entre elles.* J'ai choisi intentionnellement ces chiffres de E. H. Weber parce qu'une analyse plus exacte des processus qui s'effectuent lors de la mesure de la durée d'innervation nous impose la conviction que ce sont les sensations venues d'un organe des sens ayant son siège dans le labyrinthe qui nous fournissent notre concept de nombre. Les sensations ne peuvent être fournies que par la membrane basilaire ou celle de Corti, situées dans le limaçon. Jusqu'à présent, même les adversaires les plus déclarés des doctrines *a priori* admettaient tacitement que nos notions de nombre sont de simples intuitions de notre esprit, dénués de réalité. « Nous devons avouer humblement — écrivait Gauss, l'adversaire irréconciliable des « fantaisies » kantiennes — que, si le nombre est un pur produit de notre esprit, en revanche l'espace a une réalité objective » (1830). Jusqu'à présent la plupart des physiologistes, quelque convaincus qu'ils soient de la vérité de la doctrine empiriste, n'ont pas encore renoncé à cette origine métaphysique du concept de nombre, et cela sans même éprouver l'humiliation dont parlait Gauss. Personne, autant que je le sache, pas même Helmholtz, n'a encore émis l'idée que les perceptions de sons puissent nous fournir éventuellement le concept de nombre. Je dis « concept » et non « représentation », puisque nous avons certainement le *concept* de nombre, mais que nous sommes incapables de nous faire une *représentation* (Anschauung) du nombre.

Pour que les noyaux ganglionnaires de certains centres nerveux soient capables, avec la précision que nous avons dite, de mesurer exactement le nombre des excitations qu'ils ont accumulées afin de les distribuer à chaque muscle, ainsi que la durée de l'excitation, — sous l'influence des impulsions venues du labyrinthe, — il faut que ces centres possèdent des dispositions spéciales pour le calcul. Ces cellules ganglionnaires ne peuvent-elles être autres que les appareils terminaux de l'organe de Corti dans le cerveau? Cette conclusion, jointe à d'autres faits que nous ne pouvons développer ici, nous amène à penser que ce qu'on appelle le sens du temps dépend d'une association de *l'une des sensations de direction provenant de l'appareil semi-circulaire et du pouvoir de compter de l'organe de Corti et de ses centres.* De même que les trois sensations de direction de l'appareil semi-circulaire nous permettent d'obtenir — et même nous imposent — une représentation de l'espace de trois dimensions, de même nous pouvons rapporter les deux composantes du concept de temps, à savoir la *direction* et le *nombre* (pendant la détermination de la durée) à *l'appareil semi-circulaire pour la première, à l'appareil de Corti pour le second. Le concept de temps résulte d'associations qui s'effectuent dans les centres nerveux, où se rencontrent les perceptions des sensations de direction, venues de l'appareil semi-circulaire, avec celles des sensations sonores de l'organe de Corti, — sources de notre connaissance du nombre.*

Mes recherches plus anciennes avaient prouvé que l'appareil semi-circulaire est un véritable organe du sens géométrique. Nous venons de voir que l'organe de Corti peut à bon droit être qualifié du nom d'organe du sens arithmétique. Le labyrinthe de l'oreille recèle ainsi deux organes des sens mathématiques pour l'espace, le nombre et le temps. Voici une autre conséquence de cette locali-

[1] Die Lehre von den Tonempfindungen. 1863.

sation des sensations diverses du labyrinthe : dans son essence, la direction est indivisible et illimitée. Nous pouvons donc attribuer nos notions de l'infini de l'espace et du temps aux sensations de direction de l'appareil semi-circulaire.

IV

Le développement détaillé de la théorie ainsi élargie des fonctions labyrinthiques se trouvera dans mon ouvrage actuellement sous presse. Je me contenterai d'ajouter ici quelques considérations générales. Bien avant que les physiologistes aient soupçonné l'existence d'organes des sens particuliers pour les concepts de l'espace et du temps, le génial E. H. Weber *désignait déjà ces deux sens sous le nom de sens mathématiques généraux, et cela parce que seuls ils peuvent nous donner des multiples de sensations de nos cinq sens ordinaires.*

L'existence d'organes distincts pour la Géométrie et l'Arithmétique ne doit pas surprendre; on sait depuis longtemps qu'il y a deux genres de mathématiciens au point de vue des dispositions mentales. Les uns sont doués surtout pour la Géométrie, les autres pour l'Analyse, et cette différence ne frappe pas seulement chez les mathématiciens éminents, mais encore chez des débutants. Parmi les mathématiciens de génie des temps modernes, Riemann et Bertrand avaient besoin de *représentation visuelle*[1] pour pouvoir développer leurs vastes déductions. Au contraire, Hermite et Weierstrass évitaient avec soin toute conception imagée. Ils préféraient de beaucoup l'analyse à l'aide des équations. On peut présumer avec une grande probabilité que ceux qui sont doués surtout pour la Géométrie possèdent sinon les canaux semi-circulaires eux-mêmes, du moins leurs centres cérébraux particulièrement développés : les images géométriques leur sont fournies par des sensations de direction des nerfs ampullaires. Au contraire, ceux qui ne cherchent la vérité que sous forme de grandeurs abstraites doivent avoir une structure particulièrement délicate de leur organe de Corti et des centres nerveux correspondants.

Tout aussi connu est le fait que les dons musicaux et mathématiques se manifestent avec une particulière précocité chez les enfants. Des exemples de précocité aussi extraordinaire que les cas de Pascal et de Mozart, par exemple, ne se retrouvent dans aucune autre branche des arts ou des sciences humaines. L'explication en est évidente : les sens musicaux et mathématiques sont fonctions du même organe. Bien des personnes non initiées peuvent trouver étrange que les mathématiciens passionnés parlent d'une certaine esthétique des séries de chiffres ou de l'harmonie des équations. Pour bien comprendre de pareilles expressions, il suffit de se rappeler que c'est à l'ouïe, parmi tous les organes des sens, que nous devons les joies esthétiques les plus *immédiates*.

Ceux qui connaissent la direction nouvelle dans laquelle la Psychologie expérimentale cherche à engager les études sur les concepts de nombre depuis une dizaine d'années, seront moins surpris de la forme nouvelle prise par la physiologie des fonctions du labyrinthe. De nombreuses données récentes de la *pédagogie expérimentale*, concernant l'enseignement élémentaire du calcul, s'accordent parfaitement avec la différenciation de ces fonctions que nous venons de donner.

Ce n'est certainement pas un pur hasard si, depuis Pythagore jusqu'à Helmholtz, toutes les bases de l'Acoustique ont été presque exclusivement posées par des mathématiciens éminents, tels que Galilée, Newton, Euler, Daniel Bernoulli et autres. Les plus récentes conquêtes de l'histoire du développement des sciences mathématiques, particulièrement en Egypte et en Babylonie, fournissent également des appoints précieux à la solution que nous donnons ici du problème de l'espace, du temps et du nombre.

Il est, en tout cas, incontestable aujourd'hui que l'oreille est le plus important parmi les organes des sens. C'est avec raison qu'elle occupe dans le crâne, parmi les autres organes sensoriels, la place la mieux protégée.

E. de Cyon,
Ancien Professeur de Physiologie
à la Faculté des Sciences et à l'Académie
de Médecine à Saint-Pétersbourg.

[1] Nous citons les exemples donnés par H. Poincaré dans *La Valeur de la Science.*

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

D'Adhémar (Robert). — **Les équations aux dérivées partielles à caractéristiques réelles.** — 1 *vol. in-8° de 86 pages. Collection « Scientia ». (Prix : 2 fr.), Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1907.

Les équations aux dérivées partielles de la Physique mathématique ont fait depuis vingt ans l'objet de travaux nombreux et importants ; M. Picard à la Sorbonne, M. Hadamard au Collège de France, les prennent de temps à autre pour matière de leur enseignement, faisant la part de ce qui peut devenir classique, prolongeant toujours les résultats acquis. Le petit livre de M. d'Adhémar, limité à l'étude des équations à caractéristiques réelles, met un jeune licencié à même de suivre avec fruit les cours de ces Maîtres, de s'orienter aisément dans une bibliographie touffue, et lui signale des recherches qu'on poursuivrait vraisemblablement avec efficacité.

Un bref et élégant exposé des théorèmes d'existence et de la théorie des caractéristiques sert d'introduction. L'étude des équations du second ordre à deux variables indépendantes, appartenant au type dit *hyperbolique*, est faite par la méthode de Riemann et par celle de M. Picard. Passant au cas de trois variables, l'auteur se limite à l'équation des ondes généralisée et expose les recherches de Volterra (qu'il a d'ailleurs perfectionnées). Les extensions, faites et à faire, des théories présentées sont indiquées dans le dernier chapitre.

Jolie œuvre de coordination, de condensation ; œuvre utile d'enseignement.

A. Boulanger,
Professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de Lille.

Lebeuf (A.), *Directeur de l'Observatoire de Besançon.* — **Bulletin chronométrique de l'Observatoire national : Dix-huitième année. 1905-1906.** — *J. Millet et Cie, éditeurs. Besançon*, 1907.

Dans ce *Bulletin*, le lecteur prendra connaissance des travaux accomplis à l'Observatoire de Besançon, pendant la période 1905-1906, et d'un certain nombre de mémoires traitant de sujets actuels de Chronométrie. Cette publication, qui ne le cède en intérêt à aucune de celles qui l'ont précédée, fait le plus grand honneur au Directeur de l'Observatoire, M. Lebeuf, et à ses distingués collaborateurs.

Razous (Paul), *Ancien Inspecteur du Travail, Lauréat de l'Académie des Sciences.* — **Installation des ateliers et usines.** — 1 *vol. in-8° de 272 pages avec 106 figures. (Prix : 7 fr.) Société d'éditions techniques. Paris*, 1907.

L'ouvrage débute par des considérations économiques sur les industries pour lesquelles il serait opportun de créer, en France ou dans les colonies françaises, de nouveaux établissements, et sur les emplacements qu'il faudrait donner à ces derniers. C'est, pour ainsi dire, la partie philosophique du livre, dont les autres chapitres sont consacrés à la réalisation pratique des conclusions du premier : création et construction de nouvelles usines, agrandissement et améliorations techniques des anciennes.

L'auteur fait connaître les formalités administratives à remplir avant de créer une usine (établissements dangereux, insalubres et incommodes, établissements à construire dans le voisinage immédiat des bois et forêts soumis au régime forestier, usines hydrauliques..).

Il étudie ensuite l'usine même, les principes à observer dans la disposition et la construction des ateliers et de leurs dépendances (bâtiments des turbines, salle des chaudières, cheminées).

Les chapitres suivants sont consacrés au choix de la force motrice (machines ou turbines à vapeur, moteurs à gaz de ville ou pauvre, moteurs à pétrole, à essence, moteurs hydrauliques), et au transport de cette force aux points où elle est employée (par électricité, air comprimé, câbles et courroies, engrenages, flexible).

Enfin, M. Razous se place dans l'hypothèse de l'agrandissement d'une usine existante, en vue soit d'augmenter sa production, soit de l'affranchir d'une fabrication dont elle est tributaire, soit enfin de lui faire utiliser des déchets et résidus.

Un dernier chapitre fort important passe en revue les améliorations susceptibles d'être apportées dans un établissement industriel : substitution du travail mécanique au travail manuel, installation de l'éclairage électrique, assainissement des ateliers, mesures préventives contre les accidents du travail. Ces dernières sont rendues plus actuelles que jamais par les récentes aggravations de la responsabilité patronale en matière d'accidents.

Tout cela est traité dans l'ordre rigoureux qui était indispensable pour des matières aussi complexes, dans un style clair et précis, où s'affirme la compétence de l'auteur.

Gérard Lavergne,
Ingénieur civil des Mines.

2° Sciences physiques

Niewenglowski (Paul), *Ingénieur au Corps des Mines.* — **Précis d'Electricité.** — 1 *vol. in-8° de 200 pages, de l'Encyclopédie des Travaux Publics. Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1907.

L'auteur a condensé beaucoup de résultats précis en moins de 200 pages clairement écrites. Pour y parvenir, il a dû laisser de côté beaucoup de faits et de considérations d'importance secondaire, de manière qu'en le lisant on ne saurait perdre de vue l'enchaînement des idées. Le désir d'être bref l'a conduit à réduire beaucoup l'étude du magnétisme.

Il a systématiquement introduit la notion d'énergie, qui montre rapidement les relations entre les divers phénomènes et permet d'arriver directement aux applications les plus importantes. C'est ainsi qu'il a choisi la définition des forces électromotrices déduite de la considération de l'énergie électrique ; dès lors, il aurait pu rapidement tracer les grandes lignes de la théorie des piles ; l'importance générale de cette question aurait, croyons-nous, justifié ce complément.

En donnant à la fin du Précis d'Electricité un attachant résumé de la théorie des électrons, l'auteur a mis son livre au courant des derniers progrès de la science électrique. Toutefois, nous pensons qu'il aurait dû ajouter ceci : les électricités positive et négative diffèrent autrement que par leur signe ; jusqu'ici du moins, l'électricité positive se montre invariablement liée à de la matière ordinaire (amas de molécules, molécules ou atomes), tandis que les électrons cathodiques sont précisément les éléments de l'électricité négative à l'état de liberté.

Nous tenons beaucoup à louer le plan général de ce Précis d'Electricité et sa division en deux parties : trop souvent un ouvrage de grande valeur perd de son utilité parce que les notions fondamentales y sont comme noyées dans l'exposé touffu des théories ; au contraire, un lecteur simplement pourvu de notions

élémentaires de Physique et d'Analyse peut lire sans aucune difficulté les 100 pages de la première partie du *Précis d'Electricité* de M. P. Niewenglowski; ce lecteur connaît ainsi les lois fondamentales de l'Electricité et leurs applications aux principales mesures. Dès lors, les considérations plus délicates de la seconde partie, consacrée surtout aux théories générales, ne risquent plus d'introduire des idées fausses dans l'esprit du lecteur. Le plan suivi est ainsi conforme au développement même de la science.

La théorie et la pratique se trouvent très heureusement associées dans ce livre, où l'on aime à voir les théories générales conduire, par exemple, à l'étude de la capacité des lignes électriques, à l'amélioration des lignes téléphoniques, à la télégraphie sans fil. Par sa concision claire et l'heureux choix des questions traitées, ce Précis d'Electricité permettra aisément au lecteur, comme l'auteur le désire, de « se mettre rapidement au courant des phénomènes fondamentaux de l'Electricité, qu'il approfondira dans des traités plus complets ».

G. Sagnac,
Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Paris.

Bischof (Prof. Dr Carl). — **Les Argiles réfractaires. Gisements, composition, examen, emploi au point de vue des produits réfractaires en général.** *Traduction sur la 3e édition par* M. O. Chemin, *Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, ancien Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées.* — 1 *vol. gr. in*-8 *de* 604 *pages, avec* 93 *fig.* (*Prix* : 18 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

Les produits réfractaires jouent un rôle considérable dans l'industrie; aussi l'étude des argiles qui servent à les préparer présente-t-elle un intérêt tout particulier. Le livre du Dr C. Bischoff, traduit par M. O. Chemin, rendra de très réels services par les données scientifiques et pratiques qu'il apporte dans cette question encore relativement peu connue.

L'auteur fait d'abord connaître les principaux gisements, et, après avoir donné la définition de l'argile, montré ses caractères, ses éléments, ses variétés, le mode de formation, il indique quels sont les différents modes d'exploitation des gisements et quelles sont les régions où se trouvent les plus importants.

Il examine ensuite les constituants de l'argile et montre quelle est leur allure pyrométrique; il parle de l'action des fondants, du rôle de l'alumine vis-à-vis de ceux-ci et traite ensuite du quotient de réfractarité.

Vient alors la question de l'examen des argiles et des moyens employés pour cet examen. Le Dr Bischof passe successivement en revue l'examen physique, l'examen chimique et l'examen pyrométrique, en indiquant les meilleures méthodes à employer pour déterminer les propriétés caractéristiques que l'on veut mettre en lumière. La question des pyromètres et des cônes est longuement traitée, et l'on trouvera dans l'ouvrage des renseignements précieux sur la valeur des procédés à employer pour déterminer la réfractarité des argiles.

La partie concernant la fabrication des produits réfractaires est soigneusement étudiée; les différents modes de préparation de l'argile, ainsi que les machines à homogénéiser et à tailler l'argile, sont passés en revue; puis viennent le séchage, le trempage, les différents appareils à concasser et à broyer, enfin les matières d'addition: chamotte, silice, sable, graphite, bauxite, etc.

Il ne reste plus à l'auteur qu'à traiter des applications de l'argile; il indique quelles conditions elle doit remplir; il donne ensuite la classification des pierres réfractaires, le mode de préparation, l'emploi; puis viennent les briques, creusets, cornues, fours, etc.

Il nous est difficile de donner une idée de ce livre extrêmement documenté; il faudrait plusieurs pages pour en faire une analyse complète; nous souhaitons qu'il soit lu par tous ceux qui ont à préparer ou à utiliser des argiles réfractaires; ils y trouveront les plus précieux renseignements. En terminant, disons que le traducteur a dû exécuter un travail très ardu, dont il s'est tiré à son honneur; l'auteur a trouvé en lui un véritable collaborateur.

E. Candlot.

3° Sciences naturelles

Wahl (Walther). — **Die Enstatitaugite. Recherches sur les pyroxènes monocliniques à petit angle des axes optiques et pauvres en chaux.** *Thèse de doctorat ès sciences de l'Université d'Helsingfors.* — 1 *vol. in*-8 *de* 144 *pages*, 4 *tables et* 1 *planche. Helsingfors*, 1906.

M. Tschermak a émis l'idée, universellement admise, que les différents types appartenant à certains groupes minéralogiques (pyroxènes, feldspaths, etc.) peuvent être considérés comme des mélanges isomorphes de composés convenablement choisis. Les pyroxènes monocliniques à petit angle des axes optiques, peu étudiés jusqu'ici, ne pouvaient pas être interprétés par les mélanges isomorphes des types choisis par M. Tschermak. Ces minéraux sont l'objet du travail de M. Wahl. L'auteur a étudié très soigneusement les propriétés optiques et la composition chimique de ces pyroxènes dans les diabases, les andésites, les gabbros, les basaltes, les météorites et a même considéré les produits artificiels. Les observations sont très nombreuses et parfois très intéressantes, mais je ne veux donner ici qu'un rapide aperçu des conclusions générales.

Pour interpréter les propriétés optiques des pyroxènes étudiés, en particulier la faible valeur relative de l'angle des axes optiques, l'auteur suppose que les cristaux sont formés par des mélanges isomorphes de deux pyroxènes, l'un ayant le plan des axes optiques dans le plan de symétrie du cristal, l'autre dans un plan perpendiculaire à ce dernier. Un des composants est un pyroxène monoclinique appartenant soit à la série diopside-hédenbergite, soit à celle du diopside-augite où à celle de l'augite basaltique; l'autre est un métasilicate de magnésie et de fer ayant les propriétés optiques d'un pyroxène rhombique (plan des axes transversal). M. Wahl examine aussi l'hypothèse où le dernier composé, au lieu d'être orthorhombique, appartiendrait au système monoclinique; mais ses propriétés optiques devraient être différentes de celles des pyroxènes ordinaires, sinon la valeur de l'angle des axes optiques ne serait pas expliquée. L'auteur penche plutôt pour la supposition que le métasilicate en question est rhombique.

Comme ces différents pyroxènes ont des propriétés différentes suivant les gisements étudiés, correspondant toujours à une composition particulière indiquant les deux composants mélangés dont il vient d'être question, l'auteur emploie pour les désigner des noms rappelant ces deux derniers : *Augite-bronzite*, *bronzite-augite*, *hypersthène-augite*, *diopside-hypersthène*, etc. Les noms de *clinohypersthène*, de *clinobronzite* et de *clinoenstatite* sont donnés aux pyroxènes monocliniques des météorites, membres les plus rapprochés des pyroxènes orthorhombiques et qui peuvent aussi être des formes dimorphes de ces derniers[1].

La thèse de M. Wahl contient donc des faits très intéressants, tant au point de vue de la cristallographie chimique qu'au point de vue minéralogique pur.

Paul Gaubert,
Assistant de Minéralogie au Muséum.

---

[1] Dans un Mémoire (La météorite de Saint-Christophe la Chartreuse, Rocheservière, Vendée. *Bull. de la Soc. des Sc. naturelles de l'Ouest de la France*, 2e série, t. VI, 1906) publié en même temps que la thèse de M. Wahl, M. A. Lacroix décrit, sous les mêmes noms que l'auteur, ces trois nouvelles espèces et montre qu'elles doivent être considérées comme dimorphes de la forme orthorhombique.

Repelin (J.), *Docteur ès Sciences, Préparateur et Professeur libre à la Faculté des Sciences de Marseille.* — **Description des faunes et des gisements du Cénomanien saumâtre ou d'eau douce du Midi de la France.** — 1 *vol. in-4° de* 112 *pages avec* 8 *planches. Typographie et lithographie Mouillot fils aîné. Marseille.*

Id. — **Monographie de la faune saumâtre du Campanien inférieur du Sud-Est de la France (zone du Plan d'Aups).** — 1 *vol. in-4° de* 87 *pages avec* 12 *planches. Typographie et lithographie Mouillot fils aîné. Marseille*, 1906-1907.

Les travaux entrepris sur la Paléontologie du Midi de la France par un des géologues les plus réputés du siècle dernier, Philippe Matheron, sont restés malheureusement inachevés et en partie privés de texte explicatif. De nombreux matériaux avaient été recueillis par ce savant. La Ville de Marseille en a fait l'acquisition, et les professeurs de la Faculté des Sciences de cette ville se sont donné pour mission de les utiliser, en reproduisant les types de cette collection dont les figures sont insuffisantes, et en étudiant les espèces nouvelles que le regretté géologue se proposait de décrire.

Une série d'études stratigraphiques et paléontologiques, complétées par les recherches personnelles des auteurs, et relatives à la région provençale, verront donc successivement le jour. Deux, parues récemment, et dues à M. J. Repelin, docteur ès sciences, sont consacrées, l'une aux faunes saumâtres ou d'eau douce du Cénomanien et l'autre à la faune saumâtre du Campanien inférieur.

La première de ces monographies est précédée de quelques notes laissées par Matheron, notes que M. Repelin a tenu à insérer, « aussi bien pour rendre hommage à la mémoire de ce savant que pour faire connaître la part qui lui revient dans la publication de cet ouvrage ». Cette monographie est donc divisée en deux parties : la première est l'œuvre posthume du maître provençal, la seconde comprend la description des faunes et gisements gardoniens et a pour but de reconnaître leur position exacte dans la série cénomanienne.

Outre les matériaux de Matheron et ceux recueillis par lui-même, M. Repelin a eu entre les mains des espèces récoltées par M. Curet, premier président à la Cour d'Appel de Chambéry, et par MM. Zürcher et Doncieux.

La faune du Cénomanien lacustre et saumâtre de la Basse Provence ainsi réunie se compose de 5 espèces du groupe des Cœlentérés, de 36 espèces du groupe des Lamellibranches, de 61 de celui des Scaphopodes et des Gastéropodes. La plupart des formes décrites et figurées sont nouvelles. Elles permettent d'arriver à des conclusions précises sur les relations des divers gisements.

Le second volume, non moins intéressant que le premier, traite de la faune saumâtre du Campanien inférieur du Sud-Est. Les documents utilisés proviennent des collections du Muséum d'Histoire naturelle de Marseille et de la Faculté des Sciences, ainsi que de celles de MM. Curet et Repelin. Les recherches faites par ces deux géologues ont considérablement augmenté le nombre et la valeur des matériaux d'études.

La faune de cet étage se compose de formes appartenant aux Cœlentérés (8 espèces), au groupe des Scaphopodes (1 espèce), aux Gastéropodes (52) et aux Lamellibranches (78). Le nombre des formes nouvelles est de 55.

Des travaux de ce genre se prêtent difficilement à l'analyse ; il nous suffira de dire que les descriptions, faites avec le plus grand soin, font de ces monographies des œuvres systématiques de grande valeur. Les échantillons ont été photographiés ; ce sont les tirages photographiques qui ont servi de base aux dessins définitifs.

Tous les géologues qui s'intéressent aux faunes si riches et si variées de la région provençale féliciteront le professeur de Marseille de l'importante contribution qu'il vient de fournir à leur étude. Ils feront des vœux pour que le Mémoire en préparation sur le Turonien soit bientôt publié.

J. Révil,
Président de la Société d'Histoire naturelle de Savoie.

4° Sciences médicales

Murat (Drs Louis et Paul). — **Cure marine de la tuberculose pulmonaire, de la neurasthénie, des suites du surmenage, de l'anémie, etc.** — 1 *vol. in-8° de* 533 *pages.* (*Prix* : 7 *fr.* 50.) *Jouve, éditeur. Paris*, 1907.

Ce volume de plus de cinq cents pages est un vigoureux plaidoyer en faveur du traitement de la tuberculose pulmonaire par les voyages en mer. On y trouve, au complet, une étude analytique de tous les documents qui se rapportent à cette question et, à ce point de vue, le livre de MM. Louis et Paul Murat est le premier et le seul travail d'ensemble que nous possédons sur cette nouvelle thérapeutique de la tuberculose.

Nouvelle thérapeutique n'est peut-être pas le mot. Vieille de plus de vingt siècles, la cure marine, la cure « pélagique » a déjà été conseillée par les médecins et les naturalistes de l'antiquité, Pline l'Ancien, Celse, Arétée. Plus près de nous, Laënnec, puis Peter en étaient partisans. Combattue par Rochard, qui l'avait essayée dans des conditions plutôt défectueuses, elle a été abandonnée en France ; mais en Angleterre, en Amérique, en Australie, elle est rentrée en faveur auprès des médecins.

En publiant leur livre, MM. Louis et Paul Murat, comme nous l'avons déjà dit, ont tenu à réhabiliter la cure « pélagique » de la tuberculose. Ils sont cependant les premiers à reconnaître que les voyages en mer, en tant qu'agent thérapeutique, ne conviennent pas à tous les tuberculeux et qu'ils ne peuvent qu'aggraver l'état des tuberculeux éréthiques, péléricitants, sujets à des hémoptysies, des tuberculeux qui présentent des accidents laryngés, des vomissements, des troubles dyspeptiques ou nerveux.

Mais, ces contre-indications une fois établies, MM. Louis et Paul Murat montrent que chez les autres tuberculeux, et surtout au début de la tuberculose, la cure marine peut rendre les mêmes services et exercer les mêmes effets thérapeutiques que la cure d'altitude dans un sanatorium.

A bord des navires dont l'aménagement ne laisse aujourd'hui rien à désirer, le tuberculeux trouve le repos physique, moral et intellectuel dont le rôle important dans toute cure antituberculeuse est aujourd'hui amplement démontré. On peut en dire autant d'un autre facteur thérapeutique non moins important, l'alimentation. Enfin, le troisième élément du traitement, la cure d'air, s'y trouve assuré par les qualités particulières de l'air de la mer, sa pureté, sa richesse en oxygène, en ozone, son action stimulante sur tout l'organisme, sur les échanges nutritifs et l'hématose, son action plus particulière sur les poumons et ses lésions, sur lesquels il agit à la façon d'un véritable pansement. Pour toutes ces raisons, la cure pélagique serait encore le traitement de choix de la neurasthénie, du surmenage, de la faiblesse constitutionnelle, des convalescences qui traînent.

Les faits et observations que MM. Paul et Louis Murat citent à l'appui de leur thèse sont fort suggestifs. J'ajoute qu'ayant longuement expérimenté la vie en mer, ils donnent dans leur livre les détails les plus circonstanciés sur tout ce qui concerne la cure pélagique, saisons convenables, état du temps sur les mers aux diverses époques, vie à bord sous les différentes latitudes, technique de la cure, emploi de la journée, préparatifs, précautions à prendre, etc., etc. De cette façon, le malade y trouve une réponse à toutes les questions qu'il peut se poser au sujet de sa cure. Le livre de MM. Paul et Louis Murat devient ainsi un véritable vade-mecum pour tous ceux qui aiment les voyages sur mer.

Dr R. Romme.

5° Sciences diverses

Gonnard (R.), *Professeur à la Faculté de Droit de l'Université de Lyon.* — **L'Emigration européenne au XIXe siècle.** — *1 vol. in-18 de 300 pages. (Prix : 3 fr. 50.) Librairie Armand Colin. Paris*, 1907.

Le problème de l'émigration est l'un des plus intéressants de l'heure actuelle. L'énorme effort de colonisation européenne qui s'est accompli au XIXe siècle conduit, en effet, à se demander, d'une part, si la race blanche saura, avant la race jaune, devenue mobile et conquérante, ou la race noire, susceptible de reprendre un jour l'offensive, asseoir de nouvelles nations issues d'elle dans les régions non peuplées ou mal peuplées des quatre autres parties du monde, — et, d'autre part, si les peuples d'Europe auront indéfiniment la « matière émigrante » à leur disposition en aussi grande abondance que de nos jours. Pour pressentir avec quelque certitude ce que sera l'émigration de demain, il était nécessaire de rassembler tout ce que nous savons sur l'émigration d'hier, et c'est ce qu'a tenté M. R. Gonnard dans le livre qu'il offre aujourd'hui au public.

Quatre nations surtout, au XIXe siècle, ont fourni à l'émigration de gros contingents (au moins en chiffres absolus) : ce sont l'Angleterre, l'Allemagne, l'Italie et la Russie ou, mieux, les pays slaves.

L'émigration britannique vient en tête. De 1815 à 1906, on compte que 17.000.000 de sujets britanniques ont émigré, parmi lesquels figurent au moins 5 millions d'Irlandais et plus d'un million et demi d'Ecossais. Ils se sont dirigés pour plus des 3/5 vers les Etats-Unis, le reste vers le Canada, les colonies australasiennes et les autres colonies anglaises. La race anglo-saxonne compte donc parmi les races qui ont le plus coopéré et coopéreront encore au peuplement du monde. Cependant, deux faits indéniables : la diminution de sa prolificité et l'accroissement de la part prise dans l'immigration européenne par d'autres peuples, donnent à penser que son rôle ira en se limitant dans l'avenir.

Pour l'émigration allemande, il est difficile de donner un chiffre global pour le XIXe siècle : il est probable qu'elle a oscillé entre 6 et 7 millions d'hommes. Elle paraît avoir présenté son maximum en 1881, avec 220.000 émigrants, mais depuis elle a fortement diminué et oscille autour de 30.000 individus depuis une dizaine d'années. Ce ralentissement considérable n'est pas dû à une baisse de la natalité ; il est le résultat de l'industrialisation de la mère-patrie : l'immense surplus de bras que produit annuellement l'Allemagne a trouvé à s'occuper effectivement sur le sol germanique même. Cette émigration s'est dirigée en majorité vers les Etats-Unis, puis vers l'Amérique du Sud, l'Orient ottoman et l'Océanie. Mais, au point de vue allemand, elle n'a pas donné tout ce qu'on attendait : les quatre cinquièmes des émigrants se sont fondus dans le creuset des Etats-Unis et se sont incorporés à la population nouvelle, se détachant sans retour de leur pays d'origine. Au Brésil, il s'est constitué un groupement plus autonome ; mais, pour le malheur de l'Allemagne, sa faculté d'émigration diminue précisément au moment où l'avenir de cette colonie exigerait des renforts nouveaux. En somme, au XIXe siècle, l'Allemagne n'a guère colonisé pour elle, ni même pour la race allemande, et il ne semble pas que le XXe siècle voie s'établir en quelque point du monde une Nouvelle-Allemagne.

L'émigration italienne s'est surtout accusée dans le dernier quart du XIXe siècle, où elle a passé de 108.000 âmes en 1876 à 352.000 en 1900 ; elle paraît devoir atteindre plus de 800.000 personnes en 1906 : c'est le plus fort contingent qu'aucun pays ait jamais fourni[1]. Les causes de cette émigration résident dans deux faits : une forte natalité, et la difficulté que la population croissante trouve à se procurer les substances nécessaires, nécessité provenant plus encore peut-être des conditions économiques que des conditions naturelles. A défaut de colonies, l'émigration italienne s'est portée d'abord vers les Etats-Unis, et l'on a pu dire de New-York que c'est une des plus grandes villes d'Italie, puisqu'elle renferme 400.000 Italiens, presque autant que Rome. Mais c'est surtout l'Argentine qui constitue le pays de peuplement italien, puisqu'elle n'en a reçu pas moins de un million et demi depuis un demi-siècle, que l'élément italien y constitue près d'un quart de la population et que du sang italien coule dans les veines d'une partie des autres habitants. La colonisation agricole de l'Argentine a été presque entièrement l'œuvre des Italiens et elle offre les plus grandes promesses pour l'avenir de ce pays. Le peuplement italien semble donc avoir un bel avenir devant lui en Amérique. Il en sera probablement de même sur une terre rapprochée : l'Afrique du Nord. Le fond de la population blanche en Tunisie est italien, et il y a 40 à 50.000 Italiens en Algérie, surtout dans la province de Constantine ; enfin, on sait que l'Italie espère s'annexer un jour la Tripolitaine, sur laquelle elle pourra alors déverser de nombreux émigrants.

L'émigration russe a pris, durant la dernière partie du XIXe siècle, et malgré la densité de population relativement faible du pays, une importance considérable, due à un fort excédent de naissances et aux conditions de vie assez dures faites par la loi et les mœurs à certaines classes de sujets. Elle se dirige, pour une part (environ 200.000 personnes par an), vers la Sibérie, où elle trouve de vastes territoires vides et aucune compétition (à peine quelques Chinois et Japonais dans les provinces de l'Extrême-Est), pour le reste (184.000 personnes en 1905) vers les Etats-Unis, où viennent la rejoindre les populations slaves des Balkans et de l'empire austro-hongrois. Celui-ci est, en effet, devenu à son tour un centre d'émigration, surtout vers les Etats-Unis (plus de 200.000 personnes en 1903).

Parmi les autres Etats, il en est qui, par le chiffre absolu de leur population, pourraient rivaliser avec les précédents, mais dont les habitants, contents de la vie qui leur est assurée dans leur pays natal, répugnent à l'expatriation, préférant la médiocrité et la limitation de leur descendance aux chances de la vie d'émigrants. C'est le cas de la France, qui n'exporte que quelques milliers d'émigrants par an, malgré l'intérêt qu'il y aurait pour elle à ce que des renforts plus nombreux aillent grossir, chaque année, les effectifs français au Canada, dans l'Argentine et surtout dans l'Afrique du Nord. Les autres nations ne jouent dans le peuplement des pays neufs un rôle secondaire qu'à raison de leur faible population, et nonobstant une tendance parfois très marquée à l'émigration, comme dans les pays scandinaves, en Portugal, en Grèce et en Roumanie.

Pour conclure, il semble à M. Gonnard que « la colonisation effective, le peuplement des pays neufs est de moins en moins le fait exclusif, l'apanage privilégié d'une ou deux races... Les Anglo-Saxons, assurément, domineront sur de vastes territoires ; mais sur d'autres sols, vastes et riches, domineront sans doute aussi des nationalités filles des Latins, des Slaves, des Germains. Il y aura probablement une Australie, une Nouvelle-Zélande anglaise, une moitié ou trois quarts du Canada anglais également ; mais, parmi les grands Etats de demain compteront aussi une Argentine italo-espagnole, un Mexique ibérique, un Brésil latin, peut-être un Bas-Canada français, peut-être un Sud-Afrique boer et germanique, sûrement un Nord-Afrique espagnol, français et italien. Quant aux Etats-Unis, — la plus belle des œuvres de l'Europe, celle à laquelle toute l'Europe a collaboré, et en laquelle elle s'admire comme un père dans le fils qui doit le dépasser, — leur race, leur sang, leur civilisation ne seront sans doute — et cela de plus en plus — hérités exclusivement d'aucune nation européenne, mais synthétiseront, dans une combinaison nouvelle et magnifique, les différents éléments de toutes les civilisations d'Europe ». L. B.

[1] Toutefois, une bonne partie ne sont que des émigrants temporaires, qui rentrent au pays après quelques années d'absence.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 8 Juillet 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Denjoy** présente ses recherches sur les fonctions entières de genre fini. — M. **J. Boussinesq** poursuit l'exposé de la théorie approchée de l'écoulement sur un déversoir avec armature (ou analogue à l'ajutage rentrant de Borda) et à nappe noyée en dessous.

2° Sciences physiques. — M. **L. Teisserenc de Bort** déduit des résultats donnés par des ascensions de ballons-sondes faites en Laponie que, dans cette région, comme dans l'Europe moyenne, les tourbillons ou cyclones, comme aussi les tourbillons anticycloniques, toujours accompagnés de mouvements verticaux, ne s'élèvent pas au-dessus de 8.000 à 12.000 mètres ; plus haut, l'air s'écoule sensiblement le long des surfaces isobares. — M. **W. de Fonvielle** attribue l'incendie spontané des ballons en pleine atmosphère à l'action des charges électriques et signale l'extrême danger de la déplorable habitude de métalliser les ballons. — M. **G. Lippmann** a constaté qu'il peut y avoir endosmose entre deux masses d'un même liquide portées à une température différente ; ainsi il y a endosmose de l'eau froide vers l'eau chaude. Le même phénomène se reproduit avec les gaz, par exemple avec l'air atmosphérique. — Sir **J. Dewar** montre que le radiomètre de Crookes peut être employé comme un instrument propre à rechercher les gaz sous de faibles pressions et à étudier les produits gazeux émis par les corps radioactifs. — M. **Ch. Fabry** conclut que le passage de la lumière à travers un milieu dont l'indice varie d'une manière progressive ne donne lieu à aucune réflexion appréciable et, par suite, à aucune polarisation. L'état de polarisation de la lumière d'un astre ne peut donc nous renseigner sur les réfractions qui pourraient s'être produites à travers des masses gazeuses. — M. **C. Marie** montre que, contrairement à l'opinion courante, le platine, même en lame, est susceptible de s'oxyder facilement sous l'influence du courant continu. — M. **H. Pélabon** a étudié les courbes de fusion des mélanges de thallium avec S, Se et Te ; il a vérifié l'existence des composés Tl^2S et Tl^2S^5 ; Tl^2Se, Tl^2Se^5 et Tl^2Se. Tl^2Se^3 ; Tl^2Te, Tl^2Te^5 et Tl^2Te^3. 9 Tl^2Te. — M. **Binet du Jassoneix** a reconnu que le bore donne avec le fer, outre le composé FeBo décrit par Moissan, les deux composés Fe^2Bo et $FeBo^2$, ce dernier représentant la limite supérieure de la combinaison des deux éléments en présence du carbone. — M. **de Chardonnet** montre que chaque degré de nitration de la cellulose est caractérisé par une polarisation différente, ce qui permet d'analyser ces corps en se basant sur leurs propriétés optiques. — M. **P. Woog** a oxydé directement le toluène par l'oxygène en présence de certains catalyseurs. En présence de Fe^2O^3, entre 175° et 300°, il se produit régulièrement de l'aldéhyde benzoïque ; l'oxyde de nickel en donne à partir de 150°. — M. **H. Gault** a reconnu que la réduction des amino-éthers ne donne pas d'amino-alcool lorsque la fonction amine est primaire ; mais cette méthode s'applique avantageusement à la préparation des amino-alcools primaires à fonction amine secondaire et surtout tertiaire. — M. **R. Dionneau**, en faisant agir le méthylate de Na sur le 1 : 6-bibromohexane, a obtenu le 1 : 6-méthoxybromohexane, dont le dérivé magnésien sert à la synthèse de nombreux dérivés heptaméthyléniques. — M. **A. Richard** a étudié l'action des dérivés halogénés des acétones sur quelques amines aromatiques. — M. **N.-A. Barbieri** a isolé du jaune d'œuf les principes suivants : la tristéarine, la trioléine, l'ovine (substance azotée, sulfurée et riche en phosphore, qui se rapproche de l'ancienne cérébrine de Gobley), la cholestérine et du soufre cristallisé dont l'origine reste douteuse. — M. **J. M. Albahary** a fait l'analyse complète de la tomate, fruit du *Lycopersicum esculentum*. Il y a trouvé les acides malique, citrique et oxalique libres, et aussi les acides malique et citrique combinés à des bases.

3° Sciences naturelles. — M. **V. Babes** a obtenu de bons résultats dans le traitement de la pellagre par l'atoxyl ; les effets sont surtout marqués chez les enfants et les jeunes personnes. — M. **B. Roussy** décrit une nouvelle méthode, la pelliplanimétrie photographique, permettant de mesurer rapidement la suface du corps humain vivant d'après la somme des surfaces des images photographiques des faces antérieure et postérieure et des profils. — M. **Gard** a découvert, dans le limbe de la plupart des Cistes, des épaississements membraneux particuliers, d'un blanc nacré, fortement incrustés de silice. — MM. **P. Mazé** et **P. Pacottet** ont constaté que la maladie du bleu des vins de Champagne est due au développement du *Coccus anomalus*. Ce ferment se retrouve dans plusieurs autres vins blancs. — M. **A. Joly** a observé un développement remarquable du Trias dans la région comprise entre Mednine (Tunisie) et la frontière tripolitaine. — M. **F. Meunier** a étudié les *Empidae* de l'ambre de la Baltique. La faune des Diptères de cette famille est essentiellement holarctique ; il y a un grand pourcentage d'espèces à faciès paléarctique ; on ne rencontre aucun type néotropical. — M. **P. Bertrand** décrit les principaux caractères de la fronde du *Stauropteris Oldhamia*.

Séance du 16 Juillet 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **Barré** termine l'exposé de ses recherches sur les surfaces engendrées par une hélice circulaire. — MM. **C. Carathéodory** et **L. Féjer** présentent quelques remarques sur le théorème de M. Jensen. — M. **A. Korn** étudie un problème fondamental dans la théorie de l'élasticité. — MM. **Gonnessiat** et **Fayet** ont fait une première application de la méthode de M. Loewy pour l'étude des cercles divisés ; ils ont reconnu qu'elle est tout à fait pratique, rapide et précise.

2° Sciences physiques. — MM. **C. E. Guye** et **L. Zébrikoff** ont déterminé la différence de potentiel de l'arc à courant continu entre électrodes métalliques ; la puissance consommée s'est trouvée représentée très exactement par des systèmes de droites convergentes, tout à fait analogues à celles qu'a obtenues Mme Ayrton pour le charbon. — M. **E. Ducretet** décrit un dispositif de réglage et d'accord pour les récepteurs des postes de télégraphie sans fil, composé de deux spirales plates, superposées à une distance variable. — M. **M. de Broglie** a constaté que l'intensité de l'ionisation produite par barbotage dépend beaucoup du diamètre de l'orifice ; faible pour des tubes capillaires, elle passe par un maximum et redevient très faible pour de gros diamètres. — M. **A. Dufour** a observé qu'un accroissement de pression rend floues toutes les raies d'absorption des vapeurs. Certaines raies conservent une même longueur d'onde quand la pression croît ; d'autres se déplacent vers le rouge. — M. **H. Abraham** présente un synchronoscope à réflexions multiples (voir p. 647). — M. **W. Ritz** explique l'origine des spectres en séries en admettant l'existence d'une série d'aimants élémentaires dans les diverses molécules des masses gazeuses rendues lumineuses. — M. **C. Chéneveau**

montre qu'on peut déduire la valence d'une molécule saline dissoute des propriétés dispersives de la solution et de la théorie des électrons. — M. D. **Berthelot** conclut que l'échelle des poids moléculaires définie par les densités limites des gaz ne représente qu'un système de nombres proportionnels et doit être fixée par rapport à un gaz de référence; dès lors, la densité et la compressibilité de ce gaz interviennent nécessairement dans les calculs. — MM. G. **Malfitano** et L. **Michel**, étudiant l'action de l'eau sur $FeCl^3$, ont observé une hydrolyse immédiate qui atteint un état d'équilibre défini et irréversible, qui se maintient pendant un temps variable avec la température et la concentration. Cet équilibre rompu, l'hydrolyse tend à progresser d'une manière continue et passe par des états éminemment instables et irréversibles. — M. C. **Chabrié**, pour chauffer rapidement un corps quelconque à une température élevée, supérieure à celle de la fusion du platine, l'enferme dans un creuset de magnésie placé dans un autre creuset ordinaire en terre, en garnissant l'intervalle avec un mélange de Fe^2O^3 et Al auquel on met le feu. — M. P. **Lebeau** a analysé l'hexafluorure de sélénium en le décomposant par le sodammonium en solution dans l'ammoniac liquide. — M. L. **Henry** a constaté que l'oxyde d'éthylène réagit comme tel avec les composés organomagnésiens, à l'inverse de son dérivé biméthylé; il a donc une grande stabilité structurale, due à la présence de l'H. — MM. A. **Wahl** et A. **Mayer** ont préparé l'hexahydrobenzoylacétate d'éthyle, Eb. 140°-141° sous 23 mm., par condensation de l'hexahydrobenzoate et de l'acétate d'éthyle. — M. G. **Favrel**, par l'action des chlorures diazoïques sur les éthers acétylacétiques γ-chlorés, a obtenu les 3-hydrazones des éthers chloro-1-butanedione-2 : 3-oïques. — M. R. **Fosse**, par l'action de l'acide malonique sur le triphénylcarbinol, a obtenu l'acide triphényl-β^3-propionique; avec l'acide cyanacétique, il se forme deux acides triphénylméthylcyanacétiques isomères. — MM. E. **Louise** et E. **Sauvage** montrent que l'étude des températures de miscibilité des huiles (15 à 30 gr.) avec 20 c. c. d'acétone permet de caractériser rapidement chaque huile. — M. A. **Leys** décrit une méthode de recherche des graisses étrangères dans le saindoux, basée sur l'isolement des glycérides concrets par traitement avec l'acide acétique cristallisable tenant en solution de l'acétate mercurique. — MM. E. **Kayser** et A. **Demolon** ont étudié le vieillissement des eaux-de-vie des Charentes. Plus la levure se multiplie, plus la fermentation est active et plus la proportion d'alcools supérieurs augmente. — M. I. **Szreter** : Oxydation de l'oxyhémoglobine (voir p. 647). — MM. Eug. **Charabot** et G. **Laloue** ont constaté que l'essence d'inflorescences de la verveine est plus riche en citral que l'essence de feuilles. A l'acte de la fécondation correspond, pour l'essence d'inflorescences, un enrichissement en éthers et une diminution de la teneur en citral.

3° Sciences naturelles. — M. **Deprat** a observé que la période miocène a été précédée en Sardaigne par d'importantes manifestations volcaniques, qui ont donné naissance aux roches suivantes : rhyolites; trachytes, trachyandésites et andésites; andésilabradorites et labradorites. — M. G. B. M. **Flamand** montre l'existence, dans l'Extrême-Sud oranais, du terrain carbonifère à combustibles minéraux; on ne peut toutefois pas encore conclure à l'exploitation possible de gisements houillers dans cette région. — M. E.-A. **Martel** a exploré le Gouffre des Corbeaux (Ariège), dont les eaux concourent à l'alimentation de la source de Fontestorbes. L'habitude d'y jeter les cadavres d'animaux constitue un grave danger de contamination.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 16 Juillet 1907.

M. le Président annonce le décès de M. J. **Grancher**, membre de l'Académie.

M. **Dieulafoy** présente un Rapport sur les Mémoires des Drs **Moure**, **Bouyer fils**, J. **Bonnier** et J. **Glover**, relatifs au malmenage des voix professionnelles et aux moyens d'y remédier. Cette question a été traitée récemment dans la *Revue* (voir p. 578). — M. E. **Besnier** lit un Rapport sur un travail du Dr L. **Jacquet** intitulé : Traitement simple de quelques dermatoses et déformations chroniques de la face. L'auteur montre que plusieurs dermatoses de la face, considérées comme des maladies autonomes, sont le simple résultat d'une surirritation de la muqueuse digestive chez quelques sujets prédisposés, et cèdent à un régime approprié et au massage du visage. — M. **Chauvel** présente un Rapport sur un travail du Dr **Darier** relatif à l'application des médicaments par injections intraveineuses. Cette méthode peut rendre de grands services dans des cas graves, mais elle n'est sans danger que dans les mains de médecins habiles et ne paraît pas devoir se généraliser. — M. **Motet** lit le Rapport sur le concours pour le Prix Falret. — MM. **Porak**, **Vidal** et A. **Pinard** discutent des modifications à apporter à la loi Roussel sur la protection de l'enfance. — M. **de Keating Hart** lit un travail sur l'action des étincelles de haute fréquence et de haute tension dans le traitement du cancer.

Séance du 23 Juillet 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **Schlagdenhauffen**, associé national de l'Académie.

MM. **Kelsch**, **Camus** et **Tanon** ont constaté que la durée de l'immunité vaccinale chez le lapin après une première inoculation varie de dix-sept jours à six mois; elle est plutôt courte que longue. On parvient à immuniser le lapin et la génisse par inoculation cornéenne. Le vieillissement du vaccin de génisse dans la glycérine est une opération au moins superflue, sinon préjudiciable, car, s'il détruit les microorganismes étrangers, généralement inoffensifs, il risque d'attaquer en même temps l'agent vaccinal. Les corps de Guarnieri doivent être considérés comme des produits spéciaux de la réaction de l'épithélium contre les germes encore inconnus de la variole et de la vaccine. — M. P. **Reynier** montre que le rein mobile est une affection qui résulte d'un trouble fonctionnel primitif du système nerveux, produisant une atténuation du tonus musculaire qui soutient nos organes abdominaux. Le traitement du rein mobile consiste dans la fixation du rein ou dans le port d'un corset spécial relevant les organes abdominaux. — M. **Chantemesse** montre que l'instillation d'une goutte de toxine diphtérique sur la conjonctive provoque, chez les dothiénentériques, une réaction caractéristique qui peut servir au diagnostic de la fièvre typhoïde. — M. V. **Babes** a obtenu de bons résultats dans le traitement de la pellagre par l'atoxyl. — M. Ad. **d'Espine** estime qu'il faut tenir compte, dans le diagnostic de l'adénopathie bronchique tuberculeuse chez l'enfant par la voix chuchotée avec timbre bronchique au niveau des apophyses épineuses de la 7e vertèbre cervicale et des 1res vertèbres dorsales, de la possibilité d'une hypertrophie simple des ganglions due à une affection aiguë, et n'admettre sa nature tuberculeuse que si le signe d'auscultation persiste sans changement pendant cinq ou six mois au moins. — L'Académie poursuit la discussion sur le fonctionnement de la loi Roussel et adopte quatre vœux qui lui sont présentés à ce sujet par M. Vidal.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 6 Juillet 1907.

M. L. **Tixier** a observé, dans le sérum sanguin des animaux présentant des anémies à la suite des ulcérations expérimentales du pylore, un pouvoir excito-hématopoïétique indépendant du pouvoir globulicide. — M. H. **Vallée** estime que les résultats négatifs obtenus par M. F. Arloing dans l'essai de la cuti-réaction à la tuberculine tiennent à ce qu'il a opéré sur des ani-

maux expérimentalement infectés, et cela par des bacilles humains. — M. G. **Bélonovsky** a préparé un sérum gastro-toxique par injection d'émulsion intestinale. Ce sérum s'est montré généralement peu toxique, provoquant de la diarrhée sans altération grave; deux fois seulement il produisit la mort avec gangrène de la muqueuse. — MM. H. et A. **Soulima** arrivent à la conclusion que le bacille isolé par Bordet et Gengou dans la coqueluche est identique au bacille Eppendorf de Jochmann et Krause. — M. **Weinberg** a constaté que les sclérostomes du cheval sécrètent une toxine dissolvant les globules rouges du cheval. Elle est thermostable (résistant à un chauffage de 115° pendant vingt minutes) et non spécifique. — MM. L. **Nattan-Larrier** et P. **Boveri** ont reconnu que les bacilles acido-résistants inoculés dans la mamelle du cobaye déterminent une mammite qui ne peut être confondue avec celle qui résulte de l'action du bacille de Koch. — MM. J. **Courmont** et Ch. **André** montrent que les lésions obtenues chez le lapin et le cobaye par dépôt, sur la peau intacte, rasée ou épilée, de cultures de bacilles de Koch, sont de nature tuberculeuse; elles ont, chez le lapin, une tendance à la guérison fibreuse. Elles se rapprochent surtout de la tuberculose verruqueuse de la peau humaine. — M. A. **Guieysse** présente la platine oscillante de Nachet pour la microphotographie stéréoscopique. — M. G. **Marinesco** a observé que le neurone est sujet à des changements morphologiques qui dépendent de la composition chimique et des conditions physiques du milieu et qui n'ont rien à voir avec le mouvement amiboïde. — MM. E. **Maurel** et **Lemosy d'Orel** ont étudié l'influence de la voie d'administration sur les doses minima mortelles de bichlorure de mercure chez quelques Vertébrés. — Mme Z. **Gatin-Gruzewska** et M. **Maciag** ont constaté que le cœur de la grenouille et celui de la tortue sont très peu sensibles même à de fortes doses d'adrénaline; celui du lapin présente d'abord une période d'excitation, puis une diminution de l'amplitude de la systole et un ralentissement persistant. — MM. Ch. **Aubertin** et P. **Hébert** ont étudié, sur des lapins et cobayes intoxiqués très lentement par l'absinthe, le processus histologique de la gastrite alcoolique. Les lésions restent purement épithéliales pendant plusieurs mois, puis s'accompagnent plus ou moins rapidement de réactions du tissu conjonctif. — M. H. **Chaput** a obtenu une anesthésie totale parfaite par injection rachidienne de stovacocaïne (3/4 de stovaïne et 1/4 de cocaïne). — M. C. **Botelho jun.** a trouvé chez le Bagre (*Rhamdia quelen*) et le Trahira (*Macrodon malabaricus*) deux trypanosomes nouveaux, qu'il nomme *Tr. rhamdiae* et *macrodonis*. — MM. G. **Desbouis** et J.-P. **Langlois** ont constaté que, sous l'influence du refroidissement par immersion dans l'eau froide, le nombre des globules rouges augmente dans les vaisseaux périphériques; chez les lapins refroidis, le séjour dans une atmosphère chargée de vapeurs de benzène provoque une hyperglobulie aussi intense que chez les animaux témoins. — MM. H. **Labbé** et J. **Chabrier**, dans l'action de l'iode sur l'albumine, ont obtenu d'abord des produits extrêmement instables qui se décomposent quand on veut les purifier, puis des produits stables, mélange d'acides iodo-aminés, enfin des produits résiduels insolubles, indialysables. — M. C. **Fleig** a constaté que les sérums artificiels à minéralisation complexe ont une action hémostatique spéciale dans les hémorragies et un puissant effet restaurateur après les saignées. — M. L. **Lapicque** a réalisé, en n'employant que des substances appartenant au milieu physiologique, une polarisation de membrane qui reproduit la loi de l'excitation électrique des nerfs. — M. L. **Hallion** a observé que l'injection d'extrait ovarien produit une vasodilatation passagère intense du corps thyroïde. — M. A. **Mayer** montre que les colloïdes organiques peuvent se rencontrer sous deux états optiquement différents, susceptibles d'ailleurs de se transformer l'un dans l'autre : hydrogels solidifiés ou liquéfiés relativement homogènes, hydrosols présentant de nombreux granules. — MM. H. **Lamy** et A. **Mayer** décrivent un dispositif destiné à l'étude de l'influence du rythme artériel sur la sécrétion urinaire. — M. J. **Salmon** signale un cas de brachymélie pseudo-achondroplasique chez le veau. — M. P. **Ferrier** résume les indications, les contre-indications, les avantages et les inconvénients de la médication décalcifiante. — M. A. **Nepveu** montre que le processus de la photo-irritabilité de l'iris n'est pas unique, comme on l'admettait depuis Brown-Séquard, mais peut siéger au moins chez trois éléments : muscles lisses pigmentés, muscles striés, cellules pigmentées non musculaires. — M. V. **Balthazard** et Mlle **Lambert** ont constaté que l'injection intra-veineuse de peptone entrave l'action du ferment glycolytique et des hémolysines du sang; elle modère l'action des agglutinines des globules rouges et ne gêne nullement l'action de l'agglutinine du bacille d'Eberth, de l'amylase, de la lipase et des précipitines. — M. G. **Patein**, par neutralisation du plasma oxalaté, a précipité un complexe contenant tout le fibrinogène; le plasma perd de ce fait toute aptitude à donner de la fibrine par addition de sels de chaux. — MM. A. **Gilbert** et A. **Lippmann** décrivent un cas de néphrite à microbes anaérobies. — M. P. **Wintrebert** montre qu'il ne semble pas justifié d'admettre, comme cause de la régression caudale chez les Batraciens anoures, un trouble circulatoire local ou général. On observe pendant la métamorphose une circulation très active de la queue. — M. Ch.-A. **François-Franck** présente ses recherches anatomiques sur l'appareil pulmonaire des Sauriens fissilingues (Lézard ocellé).

Séance du 13 Juillet 1907.

M. Ch.-A. **François-Franck** a étudié la contractilité et l'innervation du poumon chez le Lézard ocellé. — M. J. **Nageotte** estime que les modifications de la pression osmotique jouent un rôle plus important que celles de la tension superficielle, invoquées par Marinesco, dans le mécanisme de la néoformation des prolongements nerveux dans les ganglions rachidiens greffés. — M. P. **Ferrier** attribue le déchaussement des dents chez certains sujets à un trouble de nutrition, résultat d'une sclérose ou d'un athérome localisés. Dans ce cas, la médication décalcifiante donne de bons effets. — M. A. **Weber** a observé quelques cas de communication du cœlome avec les cavités vasculaires dans l'aire opaque des embryons de Canard. — M. J. **Chevalier** a constaté que les acides mono-aminés ont une action cardio-vasculaire à peu près nulle; les éthers du glycocolle, au contraire, augmentent la pression sanguine et l'énergie des contractions cardiaques. — M. M. **Nicolle** expose une conception générale des anticorps et de leurs effets. — M. A. **Billet** et **Fayet** ont reconnu que la filariose du ligament suspenseur du boulet chez le cheval s'accompagne d'une éosinophilie très accentuée. — MM. A. **Netter** et L. **Ribadeau-Dumas** ont observé des accidents toxiques à forme paralytique consécutifs à l'ingestion de moules. Ils paraissent provenir d'une substance toxique résistant à la cuisson et qui réside surtout dans le foie des moules. — MM. G. **Marinesco** et J. **Minea** ont transplanté les ganglions plexiforme et sympathique du chat dans le foie et ont observé des transformations du réseau endocellulaire voisines de celles qu'on observe dans la rage ou la réfrigération de l'animal. — M. P. **Wintrebert** a constaté que les poumons des Batraciens anoures jouent, pendant la vie larvaire, un rôle important; ils suffisent à assurer l'hématose avec le concours de la respiration cutanée. — M. H. **Iscovesco** établit que les métaux colloïdaux purs électriques sont instantanément précipités par le sérum sanguin et ne peuvent être qu'inactifs. — MM. H. **Iscovesco** et A. **Matza** signalent diverses anomalies de dialyse dans le passage des sels à travers les sacs en collodion. — M. C. **Fleig** a reconnu que diverses substances minérales parfaitement insolubles peuvent, sans inconvénient aucun, être injectées directement dans le sang chez l'animal et chez l'homme.

L'administration de fer insoluble, en particulier, a donné de bons résultats thérapeutiques. — M. O. **Gengou** a observé que les électrolytes ont un pouvoir activant intense sur l'hémolyse par le sérum d'anguille. — MM. M. **Dehon** et J. **Druchert** décrivent une modification du procédé de Pavloff pour l'établissement du « petit estomac isolé ». — M. C. **Delezenne** a noté l'apparition d'un ferment lab, coagulant très énergiquement le lait, dans le suc pancréatique soumis à l'action des sels de calcium. — M. A. **Nepveu** a étudié la photo-irritabilité de l'iris aux diverses régions du spectre; seules, les radiations situées entre les raies B et H agissent sur l'iris. — M. E. P. **Fortin** présente un nouveau dispositif pour l'observation entoptique des houppes de Haidinger. — MM. A. **Jousset** et J. **Troisier** estiment que la graisse contenue dans les leucocytes de l'homme sain est un élément normal pouvant être qualifié de constitutionnel, et qu'elle ne doit pas être considérée comme le résultat d'une désintégration ou d'une régression cellulaire. — MM. H. **Lamy** et A. **Mayer** ont constaté qu'au cours des circulations artificielles à travers le rein le débit de la veine est toujours plus grand si le liquide est lancé par des pulsations rythmées que s'il s'écoule directement; il en est de même dans une certaine mesure du débit de l'uretère. — MM. A. **Mayer** et F. **Rathery** décrivent les modifications histologiques qui se produisent dans le rein normal du lapin au cours des diurèses provoquées. — M. P. **Thaon** a observé que les extraits de prostate injectés dans le sang jouissent de propriétés toxiques et hypertensives. — MM. P. **Abrami** et Et. **Burnet** ont reconnu que la réaction cutanée à la tuberculine est très inconstante et irrégulière chez les adultes. Il y a des tuberculeux (cliniquement) qui ne réagissent pas et des non tuberculeux qui réagissent. — MM. **Piquand** et **Dreyfus** ont observé, chez une malade atteinte de fièvre puerpérale, une différence de température de 8°,1 dans la même journée. — M. F. **Guéguen** présente une réglette à lecture directe pour mensurations microscopiques.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 5 Juillet 1907.

M. L. **Houllevigue**: *Sur l'or vert et l'or bleu.* Lorsqu'on dépose sur verre des pellicules minces et transparentes d'or par ionoplastie, on peut obtenir, suivant le mode opératoire, deux sortes de dépôts : les uns, verts par transparence, jaunes par réflexion, paraissent optiquement identiques aux feuilles d'or battu; les autres sont, par transparence, d'un bleu très franc et, vus par réflexion, présentent comme les précédents l'éclat métallique, mais avec une nuance jaune plus pâle. Cette seconde variété, stable à la température ordinaire, se transforme en la première lorsqu'on la chauffe au-dessus de 130°, avec une perte de poids de 7 à 8 °/₀ et un accroissement notable de conductibilité électrique. En réalité, l'or bleu n'est qu'un hydrure d'or : quand on prend une pellicule d'or bleu comme anode dans un voltamètre à eau acidulée, l'oxygène qui se dégage à sa surface le ramène à l'état d'or métallique et la pellicule devient verte. D'autre part, si l'on introduit de l'or bleu dans un tube de Plücker, qu'on scelle après y avoir fait le vide et l'avoir soigneusement desséché, ce tube ne donne point, lorsqu'on y excite la décharge électrique, le spectre de l'hydrogène : mais ce spectre apparaît après qu'on a chauffé jusqu'à la température de décomposition de l'or bleu. La nature du dépôt obtenu par ionoplastie de l'or dépend essentiellement de la température à l'endroit où se fait ce dépôt: on obtient de l'or bleu si cette température est basse, de l'or vert si elle s'élève; tout se passe donc comme si la cathode projetait normalement de l'hydrure d'or qui est, ou non, décomposé. Enfin, on peut rattacher à la même cause l'explication du *vieillissement* des cathodes. — M. Ch. **Féry** : *Spectrophotomètre pour l'étude des gaz incandescents.* L'auteur a modifié, dans le but de pouvoir atteindre des températures plus élevées, le dispositif qui lui a servi autrefois à mesurer la température des flammes. La source renversante, qui était primitivement une lampe à incandescence, a été remplacée par un arc électrique. On peut donc, avec cette source, obtenir le renversement des flammes jusqu'à 3.500°, température du cratère. Le réglage de l'intensité lumineuse du spectre de l'arc est obtenu par l'interposition d'une épaisseur connue de verres absorbants. On a, au préalable, comparé le spectre ainsi assombri, donné par l'arc, à celui d'un four électrique à résistance de charbon pouvant atteindre 2.000°. Cet étalonnage donne donc la température *apparente* de l'arc pour chacune des épaisseurs de verres absorbants interposées. En portant en abscisses les inverses des températures absolues, et en ordonnées les épaisseurs de verres absorbants, on obtient une droite facilement extrapolable. — M. M. **Moulin** : *Rayons secondaires cathodiques des rayons α.* Les expériences de M. Rutherford sur la charge des rayons α ont montré que les métaux frappés par ces rayons donnent une émission cathodique qui empêche de déceler cette charge autrement qu'en présence d'un champ magnétique. Il est cependant impossible de tirer de ces expériences la valeur des rayonnements secondaires, par suite de la modification que subit le courant dans le gaz résiduel, sous l'influence de ce champ magnétique. M. Moulin a employé un dispositif permettant de séparer les rayonnements secondaires de la substance active elle-même et de celui de la plaque métallique qui reçoit le rayonnement. Entre cette plaque, reliée à l'électromètre, et une lame de platine recouverte de polonium, sont disposées deux toiles métalliques t et t', la première formant condensateur avec la plaque; la seconde, t', reliée aux écrans, permet d'établir un champ électrique entre elle et le polonium, champ destiné à arrêter les corpuscules émis en même temps que les rayons α. La toile t est tendue dans une ouverture pratiquée dans un disque de cuivre et que l'on peut obturer à l'aide d'un petit volet pour mesurer les fuites. Le tout est placé sous une cloche rodée dans laquelle on peut faire un vide élevé. Les phénomènes observés quand on augmente la différence de potentiel entre le polonium et la toile métallique t' sont complexes et peuvent s'interpréter si l'on admet que le polonium émet des rayons β avec une vitesse telle qu'ils peuvent donner des rayons secondaires en arrivant sur la plaque métallique, ou des ions dans le condensateur par leurs chocs sur les molécules du gaz. A mesure que l'on augmente la différence de potentiel, t étant chargé positivement, le courant diminue et tend vers une constante pour un potentiel d'environ 800 volts. Des ions positifs sont alors projetés dans le condensateur et, quand le potentiel de t est égal à celui du polonium, ces ions ne peuvent y pénétrer et le courant passe par un minimum. Tous ces minima sont sur une même courbe qui tend aussi vers une valeur limite. En l'absence de tout champ électrique et pour un champ magnétique suffisant, le courant mesuré correspond au rayonnement α. Si l'on fait varier le potentiel de t, on trouve une courbe qui montre que tous les rayons secondaires émis par la plaque sont arrêtés pour une différence de potentiel de 10 à 15 volts. *Ces rayons sont donc émis sensiblement sans vitesse et ne peuvent ioniser les gaz* ($v < 2.10^8$). Il ne semble pas en être de même pour les rayons du polonium. — M. H. **Abraham** : *Rhéographe à induction Abraham-Carpentier; modèle de projections.* L'appareil présenté à la Société a pour objet de montrer à un auditoire, en projections sur un écran, les courbes de variation des phénomènes électriques à variations rapides, telles que des courbes de forces électromotrices, d'intensité de courant ou de flux d'induction. Le problème est en quelque sorte dix fois plus difficile que celui du tracé photographique de ces courbes, parce que, d'une part, quand on examine une photographie, on la regarde de près, ce qui la fait voir sous un angle quatre ou cinq fois plus grand que

l'angle dont tournait le rayon lumineux pendant le tracé; et que, d'autre part, lors des projections, l'observateur est généralement plus loin de l'écran que l'appareil qui trace la courbe. Au total, il y a réduction au lieu de grossissement, et l'on est obligé de décupler à peu près les déviations des appareils. Et ce n'est pas la seule difficulté. Il faut encore avoir beaucoup de lumière ; il faut que le miroir mobile ait une surface de l'ordre du centimètre carré. Son inertie est alors considérable. Si donc ce miroir était porté par un simple galvanomètre, comme dans les oscillographes de M. Blondel, on pourrait être conduit à employer des courants d'intensité très grande et peut-être excessive pour obtenir les grandes déviations dont on a besoin. L'auteur montre que l'appareil dont il a donné autrefois le principe, le *rhéographe à induction*, permet de s'affranchir de ces difficultés. Le nouveau modèle, présenté à la Société, d'une construction très simple, ne nécessite plus aucun réglage. L'organe mobile est un petit anneau d'aluminium suspendu par un fil sans torsion dans le champ d'un aimant permanent. Cet anneau forme le circuit secondaire d'un très petit transformateur à circuit magnétique ouvert, et il oscille sous l'influence des courants induits. Les dimensions sont assez faibles pour que la self-induction du cadre soit négligeable ; le courant induit est donc proportionnel à la dérivée du courant inducteur. Ce courant lui-même est obtenu comme dérivée du phénomène étudié, soit en se servant d'un petit transformateur auxiliaire dans le cas de l'étude d'un flux ou d'un courant, soit par la mise en circuit d'un condensateur, quand il s'agit d'une force électromotrice. L'auteur donne encore quelques indications sur le *synchronoscope*, employé pour produire sur l'écran les déplacements proportionnels au temps. Un moteur synchrone, réduit à une simple roue dentée (à 72 dents) qui tourne entre pointes devant un électro-aimant, entraîne un prisme équilatéral dont les trois faces servent successivement de miroir tournant. Quatre miroirs fixes renvoient tour à tour les courbes à la même place sur l'écran ; on obtient donc douze apparitions par tour du prisme, et l'on arrive ainsi à la persistance des impressions.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 12 Juillet 1907.

MM. Tassilly et **Leroide** ont préparé un para-iodogaïacol cristallisé et incolore en faisant agir sur un dérivé acidylé du gaïacol l'iode et l'oxyde de mercure en présence d'anhydride acétique. C'est ainsi qu'avec l'acétylgaïacol on obtient un acétyliodogaïacol facilement transformable en gaïacol iodé. Ce produit est identique au gaïacol iodé obtenu en faisant agir l'acide iodhydrique sur le diazoïque du para-aminogaïacol. Ces faits permettent de fixer la position de l'iode dans la molécule. Par méthylation, le gaïacol iodé fournit un vératrol iodé identique au vératrol iodé obtenu en partant de la vératrylamine. — **M. Ronchèse** propose un procédé de dosage de l'ammoniaque basé sur l'action du formol sur les sels ammoniacaux. Par addition d'un grand excès de formol au sel ammoniacal, il y a formation d'hexaméthylène-amine avec mise en liberté de tout l'acide du sel. Il suffit de doser cet acide pour connaître la quantité d'ammoniaque contenue dans la prise d'essai. La présence d'urée n'influe pas sur les résultats. — **M. A. Colson** critique la notation des sels imaginée par M. Wyroubolf. — **M. I. Szreter** communique un travail sur l'oxydation des solutions d'oxyhémoglobine par l'eau oxygénée. Ce réactif décolore les solutions du pigment rouge, et ces liqueurs, évaporées, fournissent un résidu blanc qui, séché à poids constant, puis analysé, a donné les nombres suivants : Cendres totales : 3,36 %, contenant 14,5 % de Fe; Matière organique : C, 41,1 %; H, 6,2; Az, 13,9. Cette matière est soluble dans l'eau et l'acide acétique cristallisable, insoluble dans les alcools forts. Les solutions aqueuses précipitent par les sels neutres, le ferrocyanure de potassium, l'acide métaphosphorique et les réactifs d'alcaloïdes. La chaleur et les acides minéraux ne provoquent pas de coagulation. Des essais colorimétriques en présence de ferrocyanure de potassium ont été effectués parallèlement sur des solutions de cette substance et sur des sels de fer au même titre de métal. Les différences observées montrent qu'une partie du fer est combinée à la matière organique. — **M. A. Vila** communique une vue d'ensemble sur des déterminations faites en collaboration avec **M. M. Piettre**, relatives à la combinaison de l'oxygène avec la matière colorante du sang. L'oxyhémoglobine cristallisée, préparée suivant un mode déjà décrit, peut céder, sous l'action du vide, des quantités d'oxygène très variables, suivant la nature du produit en expérience. Les cristaux récemment préparés peuvent dégager 0 c.c. 80 à 0 c.c. 85 d'oxygène par gramme de matière sèche. Leurs solutions, saturées d'oxygène, dégagent 1 c.c. 4 à 1 c.c. 7 d'oxygène pour le même poids de matière sèche, suivant la température de la solution et en tenant compte de la solubilité des gaz dans la liqueur. D'autre part, ces cristaux, selon l'époque de leur préparation et suivant la température à laquelle ils ont été portés, sont susceptibles de retenir des quantités très différentes d'oxygène. Dans les anciennes préparations, en même temps que la teneur en oxygène diminue, les très petites quantités de CO^2 qu'on peut quelquefois déceler deviennent de plus en plus importantes et peuvent dépasser le volume d'O dégagé. — **MM. L. Lindet** et **Ammann** ont étudié, au moyen de leurs pouvoirs rotatoires, les protéines, solubles dans l'alcool aqueux, des farines de céréales. La gliadine du froment peut être dédoublée par précipitation fractionnée en deux gliadines ($\alpha_D = -81°,6$ et $-95°$). La gliadine du seigle et celle de l'orge constituent un mélange de gliadine et d'une nouvelle protéine ($\alpha_D = -137$-$138°$). Les deux maïsines α et β, de Donard et Labbé, possèdent des pouvoirs rotatoires différents ($\alpha_D = -28°,6$ et $-40°$) et représentent bien deux protéines différentes. Le pouvoir rotatoire de toutes ces protéines diminue au fur et à mesure qu'augmente la concentration en alcool des liquides dans lesquels on les observe.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 23 Mai 1907.

M. E. P. Perman étudie les *réactions chimiques entre les sels à l'état solide*. Les expériences ont porté sur les paires de sels suivantes : $PbCl^2$ et KI, $HgCl^2$ et KI, Na^2CO^3 et $BaSO^4$, Na^2SO^4 et $BaCO^3$. L'auteur arrive aux conclusions suivantes : 1° Les sels mélangés à l'état solide et non spécialement desséchés subissent généralement la double décomposition; 2° la réaction entre les sels solides est accélérée par la température, par la pression et par l'agitation (cette dernière mettant des surfaces fraîches en contact); 3° la solubilité et la volatilité des sels influent beaucoup sur la vitesse de réaction; 4° en l'absence totale d'eau ou d'un autre solvant ionisant, *aucune réaction n'a lieu*. Il en résulte que la réaction entre les sels solides est essentiellement de même nature qu'entre les sels en solution. L'eau qui intervient forme sans doute une pellicule à la surface des sels, dans laquelle de faibles quantités de substance se dissolvent, puis réagissent. — **M. A. E. H. Tutton** : *Les relations du thallium avec les métaux alcalins*. Les cristaux de sulfate et de séléniate de thallium ressemblent à ceux des sels analogues de K, Na et AzH^4 d'une façon suffisante au point de vue morphologique pour être classés dans la même série isomorphe orthorhombique, la différence moyenne des angles interfaciaux correspondants sur les sels analogues de K et Tl étant de moins d'un demi-degré et la différence maximum dépassant à peine un degré. Ces différences sont proportionnelles au poids atomique, plus élevé, du thallium. Les volumes moléculaires et les rapports des axes topiques sont presque identiques avec ceux des sels analogues de Rb et d'AzH^4, de sorte que, structu-

ralement, le Tl se place aux côtés de Rb et AzH^4, entre K et Cs. Optiquement, par contre, les sels de Tl sont différents des sels des métaux alcalins et de l'ammonium. — MM. **R. J. Caldwell** et **S. L. Courtauld** : *Études sur l'action des enzymes. IX. Les enzymes de la levure : l'amygdalase.* Les auteurs, en faisant agir à diverses températures de l'extrait de levure sur l'amygdaline, ont reconnu que celle-ci est encore hydrolysée à une température où le maltose ne l'est plus ; la maltase n'est donc pas l'agent qui opère cette hydrolyse. D'autre part, ils sont parvenus, à une température plus élevée, à détruire l'enzyme qui dédouble l'amygdaline sans pour cela priver l'extrait de levure de son pouvoir d'hydrolyser le sucre de canne ; ce n'est donc pas l'invertase qui agit sur l'amygdaline. L'hydrolyse de ce glucoside cyanogénétique est donc l'œuvre d'une enzyme spécifique nouvelle, présente dans l'extrait de levure, et que les auteurs nomment *amygdalase* ; ils n'ont pu l'identifier avec aucune enzyme connue. — MM. **H. E.** et **E. Armstrong** : *Études sur l'action des enzymes. X. La nature des enzymes.* De l'ensemble des études sur l'action des enzymes, les auteurs croient pouvoir déduire les considérations générales suivantes : L'action exercée par une enzyme est spécifique ; en d'autres termes, elle est limitée aux composés d'un type particulier. Ainsi, la maltase hydrolyse les α-glucosides seuls, tandis que l'émulsine hydrolyse les β-glucosides seuls. Il y a une forte corrélation de configuration entre les enzymes et les corps qu'elles hydrolysent. L'action hydrolytique paraît retardée par les produits de cette action. Ainsi, celle du sucre de canne l'est par le glucose et le fructose. Il semble que, dans ce cas, l'enzyme est constituée de telle façon qu'elle peut s'adapter aux deux sections du biose : c'est une biase. Il est possible que les enzymes elles-mêmes soient sujettes à l'hydrolyse et qu'une biase puisse donner naissance à une monase.

Séance du 30 Mai 1907.

MM. **T. C. Porter** et **W. P. Colfox** présentent un Rapport sur leur expédition privée pour l'étude de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905, à Philippeville (Algérie). — M. **Georges Dean** : *Recherche expérimentale sur la nature des substances du sérum qui influencent la phagocytose.* 1° La dilution de sérum frais non chauffé n'est pas accompagnée, en tant que l'on considère les hautes concentrations, par une chute du pouvoir sensibilisant pour certains organismes (*Staphylococcus*, bacille de la tuberculose). On a trouvé, comme règle générale, que la diminution commence lorsque la concentration est réduite à un quart ; 2° Pour les expériences présentées, les points correspondant aux dilutions du sérum humain normal à 1/4, 1/8, 1/16 et 1/32 reposent sur une parabole dont l'équation est $y^2 = 4X$; par conséquent, pour ces dilutions, la phagocytose est proportionnelle à la racine carrée de la concentration du sérum ; 3° L'index phagocytique obtenu en mélangeant des dilutions appropriées d'un sérum immunisant chauffé avec un sérum frais normal est supérieur aux résultats des deux substances agissant séparément ; 4° Dans le cas de certains sérums normaux (cochon d'Inde et lapin), étudiés auparavant au point de vue des rapports entre l'ambocepteur et le complément d'une part, et la bactériolyse extra-corpusculaire du bacille typhique (Wechsberg) de l'autre, on peut démontrer qu'il existe un parallélisme exact entre cette fonction et l'opsonisation. L'ambocepteur normal peut être complémenté par du sérum frais pour les deux fonctions ; 5° Un sérum « anti-complémentaire », mélangé avec un sérum normal frais seul ou dans un mélange contenant un sérum immunisant chauffé, annihile la substance thermolabile, tandis qu'il ne semble pas influencer la substance thermostable. — MM. **E. S. Carmichael** et **H. A. Marshall** : *Corrélation des fonctions ovarienne et utérine* : 1° L'enlèvement des ovaires chez de jeunes animaux (Rongeurs) empêche le développement de l'utérus et des tubes de Fallope. Ceux-ci restent dans une condition infantile. Le développement subséquent et la nutrition générale des animaux semblent ne pas être affectés ; 2° L'enlèvement des ovaires chez des animaux adultes (Rongeurs) conduit à la dégénération fibreuse de l'utérus et des tubes de Fallope (spécialement marquée dans la membrane muqueuse). La santé et la nutrition subséquentes des animaux restent bonnes. Ces observations, pour la plupart, confirment les résultats obtenus cliniquement sur l'homme après des opérations chirurgicales ; 3° L'enlèvement de l'utérus à un jeune animal n'empêche pas le développement ultérieur des ovaires. Ceux-ci sont capables d'ovuler et de former des corps jaunes après qu'ils ont atteint la vie adulte ; 4° L'enlèvement de l'utérus chez un animal adulte ne donne pas naissance à quelque changement dégénératif dans les ovaires, si les connexions vasculaires de ces derniers restent intactes. Ces dernières observations ne confirment pas les arguments des chirurgiens qui sont les avocats de l'hystérectomie subtotale, croyant que l'activité fonctionnelle de l'ovaire est en quelque sorte dépendante de la présence de l'utérus. — M. **J. O. Wakelin Barratt** : *Sur la mitose dans l'épithélium proliférant.* 1° Dans la prolifération épithéliale produite par le rouge R, il se présente à la fois des mitoses somatiques normales et des mitoses réduites. Cette conclusion s'applique à l'épithélium proliférant *in situ*, et aussi à l'épithélium implanté sous la peau ; 2° Dans les mitoses de réduction, le nombre des chromosomes qui peuvent être comptés varie entre quatorze et dix-huit. Dans la forme somatique, le nombre varie de vingt-huit à trente-six ; 3° Les mitoses de réduction se rencontrent moins fréquemment que les mitoses somatiques ; 4° L'auteur a reconnu des mitoses de post-réduction ; 5° Le caractère des mitoses observées n'est pas définitivement altéré par l'implantation sous la peau. — M. **H. M. Vernon** : *La solubilité de l'air dans les graisses, et son rapport avec la maladie des caissons.* A la température du corps, les graisses dissolvent plus de cinq fois autant d'azote qu'un égal volume d'eau ou de plasma sanguin. La tendance spéciale des tissus contenant de la graisse (tels que les tissus sous-cutanés, moelle épinière, et nerfs périphériques) des travailleurs des caissons et des plongeurs à subir des lésions par suite de la libération des bulles de gaz après une rapide décompression dépend de cette grande solubilité.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LONDRES

Séance du 3 Juin 1907 (suite).

M. **W. A. Davis** étudie la *nature des changements qui se produisent dans la fabrication et la prise du plâtre de Paris.* Contrairement à l'opinion de van't Hoff, la complète déshydratation du gypse pour former de l'anhydrite soluble a lieu en deux phases, le semi-hydrate étant formé comme produit intermédiaire. Le caractère hygroscopique de l'anhydrite soluble et le fait que cette dernière, en contact avec la vapeur d'eau, régénère le semi-hydrate invalident les mesures de van't Hoff sur la pression de vapeur du gypse en équilibre avec l'anhydrite soluble. L'existence d'une seconde forme du dihydrate et probablement aussi du semi-hydrate rend incertaine la signification des autres résultats de van't Hoff. — M. **N. Whitehouse** a cherché à obtenir un *procédé commercial de fixation de l'azote de l'air.* A part certaines exceptions, comme le cérium, les métaux qui se combinent avec Az atmosphérique ne sont pas directement réductibles par H. Les oxydes des métaux qui se combinent avec Az ne sont pas non plus réductibles par H ou C au-dessous de 1.500°.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 16 30 AOUT 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Crevasses lunaires et canaux de Mars. — M. W. H. Pickering, astronome à l'Observatoire de Harvard College, a pris, il y a quelque temps, plusieurs photographies remarquables des volcans des îles Hawaï, qui, selon lui, présentent d'intéressantes analogies avec les « cratères » de la Lune. Un de ces clichés montre une longue crevasse, s'étendant sur plusieurs kilomètres dans la croûte de lave, et dont l'intérieur est tapissé de végétaux. Cette photographie corrobore l'opinion de M. Pickering, concernant l'existence de l'eau ou de la vapeur d'eau sur la Lune, et le conduit à penser qu'une végétation peut croître dans les crevasses arrosées et produire certains changements observés à la surface de notre satellite, de même que des arbres et diverses plantes poussent dans la lave de la crevasse photographiée dans les terrains volcaniques des îles Hawaï. En observant le cratère lunaire Eratosthènes, en 1904, M. Pickering a constaté qu'il présentait dans son cirque de nombreuses fissures, et, ayant étudié avec soin plusieurs de ces crevasses dès qu'elles furent éclairées par le Soleil, il put les voir s'élargir, se modifier graduellement, et offrir l'apparence de canaux. Suivant l'hypothèse de cet astronome, ces crevasses lunaires exhaleraient, sous l'action de la chaleur solaire, de la vapeur d'eau qui fertiliserait leurs parois, ainsi que leur voisinage, et favoriserait le développement d'une végétation qui, observée d'ici, produirait l'effet de canaux.

Cette hypothèse pourrait aussi, d'après l'auteur, s'appliquer aux canaux de Mars, qui deviennent particulièrement visibles à certaines époques de l'année, après la fonte des neiges polaires martiennes de laquelle résulte l'inondation des cours d'eau, et dont l'élargissement périodique peut être attribué à la croissance d'une végétation.

Sur la Lune, la plus grande crevasse de ce genre que l'on connaisse est désignée sous le nom de Sirsalis; elle mesure plus de 643 kilomètres de longueur. Il en existe certainement d'analogues sur la Terre, mais elles ne sont pas aisément discernables. On suppose même que les volcans terrestres sont ouverts sur des crevasses souterraines qui ne s'étendent pas jusqu'à la surface du sol, et c'est sur ce principe qu'est basée la théorie actuelle des éruptions volcaniques. On sait déjà que les volcans de la grande chaîne des Andes s'élèvent au-dessus d'une immense crevasse qui commence au sud du Pérou et se continue jusqu'à la Terre de Feu, soit une longueur de 4.000 kilomètres. Les volcans des îles Aléoutiennes forment aussi le couvercle d'une crevasse non moins longue que la précédente, mais curviligne.

On connaît beaucoup d'autres lignes de volcans plus courtes, et, si l'on songe à toutes celles qui ont disparu, mais qui existaient antérieurement pendant les périodes géologiques, on en conclut que les crevasses dans l'écorce terrestre doivent être fort nombreuses. D'ailleurs, il n'y a pas de raison pour qu'elles le soient moins ici que sur la Lune, et toutes nos carrières minérales témoignent de ce fait; mais, les crevasses de la Terre ont été généralement comblées, soit par de l'eau émanant de l'intérieur du globe, soit par des matériaux provenant des éboulements de la surface. Cependant, une énorme crevasse apparaît au niveau du sol, en divers endroits, dans les régions à l'ouest de l'Asie et à l'est de l'Afrique ; elle s'étend de la mer Morte au lac Nyassa et ne mesure pas moins de 5.600 kilomètres, soit presque autant que le plus long des canaux de Mars.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Le Concours chronométrique de Besançon. — Les résultats du Concours chronométrique de 1906-1907 viennent d'être connus, et il convient d'appeler l'attention de tous ceux qui s'intéressent à l'horlogerie de précision sur les remarquables progrès réalisés par la fabrique bisontine dans la construction et le réglage du chronomètre de poche.

De 1894 à 1905, 43 pièces recevaient à l'Observatoire national de Besançon plus de deux cents points et obtenaient la médaille d'or, conformément au règlement, ce qui représente une moyenne de 4 ou 5 pièces par an. En 1905-1906, à la suite du Concours national de 1905, le nombre des médailles d'or s'élevait à 20, et cette année, 1906-1907, on arrive, par la création de la Coupe (attribuée à la Maison Antoine frères), à 43 médailles avec 4 pièces atteignant ou dépassant 250 points (sur le maximum irréalisable de 300 points).

L'une d'elles, avec 262 points, constitue même un record sur les résultats genevois de 1906, qui accusent un maximum de 258 points. Deux fois seulement on a dépassé 262 points à Genève : en 1900 et 1905, où l'on est arrivé à 265.

Si l'on veut bien se rappeler que le Service chronométrique de Genève remonte au début du XIXe siècle, tandis que celui de Besançon date seulement de 1885, la valeur des artistes franc-comtois apparaîtra plus remarquable encore. De pareils résultats font le plus grand honneur à la fabrique bisontine comme au Directeur de l'Observatoire national de Besançon, M. Lebeuf, et à ses distingués collaborateurs, qui, dans leur sphère d'action, aident nos industriels à réaliser cette union de plus en plus féconde de la Science et de l'Industrie.

§ 3. — Physique

Un nouveau dispositif pour étudier les rayons Becquerel. — La méthode préconisée, il y a environ dix ans, par M. J.-J. Thomson, pour déterminer la vitesse des rayons cathodiques et la charge spécifique des électrons, consiste à produire l'entrecroisement de deux champs électrique et magnétique. L'effet exercé par la force électrique d'un condensateur est compensé par la force électro-dynamique due au champ magnétique. A l'issue des champs superposés, le champ magnétique, agissant seul, détermine la déviation des rayons.

Cette méthode vient d'être modifiée par M. A.-H. Bucherer[1] à la suite de ses recherches sur la déviation des électrons projetés sous un angle oblique par rapport à la direction du champ. Son dispositif, décrit ci-dessous combine, en effet, les avantages du principe de Thomson à ceux du principe de Kaufmann.

Le condensateur se compose de deux disques circulaires horizontaux d'un diamètre de 8 centimètres, placés à une distance de $0^m,25$ l'un de l'autre. Comme source de rayonnement, l'auteur se sert d'un grain de fluorure de radium, au lieu du bromure jusqu'ici employé; ce grain est disposé entre les disques au centre du condensateur. La concentration spécifique du radium renfermé dans le fluorure étant environ double de celle du bromure, les temps de pose se trouvent considérablement réduits, ce qui est d'une importance capitale dans cette expérience. Le condensateur est disposé à l'intérieur d'une boîte cylindrique en laiton, à mi-hauteur du sol, ses surfaces étant rigoureusement perpendiculaires à l'axe du cylindre, lequel traverse le centre du condensateur. La boîte peut être fermée au moyen d'un couvercle en verre usé à l'émeri, assurant une étanchéité suffisante pour permettre d'y faire le vide. Les conducteurs communiquant avec la pile entrent à travers des perforations dont ils sont isolés. La pellicule photographique est appuyée par deux ressorts contre la paroi intérieure de la boîte, laquelle se place au centre d'un solénoïde dont la section rectangulaire est adaptée aux dimensions de la boîte.

Comme les directions des rayons forment tous les angles possibles avec la force magnétique, la force $H\,u \sin \alpha$ prendra toutes les valeurs possibles, et, lorsque cette force sera compensée par la force électrique F, l'on aura $u = \frac{F}{H \sin \alpha}$; c'est dire que des électrons de toutes les vitesses viendront frapper, avec les masses correspondantes, la pellicule photographique où ils engendreront une courbe permettant de déterminer la charge spécifique comme fonction de la vitesse. Une seule pose suffira, par conséquent, à examiner les différentes théories électroniques.

§ 4. — Electricité industrielle

La lampe à arc à oxydes métalliques. — On sait que la lampe magnétite, présentée pour la première fois par M. Steinmetz à l'Exposition de Saint-Louis, est une lampe à arc très économique, puisqu'elle donne, sous 65 à 75 volts et 4 ampères, plus d'éclairage que la lampe en vase clos de 75 volts et 6,6 ampères.

M. George M. Little, dans un Mémoire à la *National Electric Light Association*, signale des particularités qui ont conduit à modifier un peu la composition de ses électrodes et la disposition de ses mécanismes.

On sait que les électrodes étaient composées d'un mélange d'oxydes de fer, de titane et de chrome, l'oxyde de chrome donnant à la lampe une longue durée de fonctionnement, et l'oxyde de titane une grande luminosité.

Les électrodes étaient faites de mélange d'oxydes comprimés dans des gaines en fer de forme tubulaire, et le fonctionnement en était satisfaisant, à certains détails près, que M. Little a ingénieusement observés et auxquels il a remédié.

Il a remarqué qu'après une vingtaine d'heures de service, l'arc s'affaiblit beaucoup, et il a reconnu bien vite que cet obscurcissement est dû à la volatilisation plus rapide de l'oxyde de titane, et au recouvrement de la cathode par une pellicule d'oxyde de chrome, qui donnait à la lumière une teinte bleuâtre caractéristique.

Sans donner de détails sur le procédé, l'auteur signale que l'inconvénient a été complètement surmonté, et que la composition actuelle des électrodes assure la volatilisation simultanée des oxydes et le fonctionnement très régulier de la lampe.

Les vapeurs dégagées changent de nature, et nécessitent l'emploi d'une cheminée qui complique peu le mécanisme, puisqu'il comporte seulement la carcasse, la cheminée, un électro-aimant d'amorçage, un interrupteur série et un interrupteur en dérivation. Ces mécanismes ont d'ailleurs été décrits, et ne diffèrent pas, dans le nouveau modèle, des mécanismes précédemment employés.

Les automobiles électriques en Amérique. — Alors qu'en France les moteurs électriques n'actionnent guère que des automobiles de luxe, aux Etats-Unis, au contraire, ils sont presque exclusivement réservés aux camions et aux lourds omnibus. Chez nous, en effet, il est fort difficile de charger en cours de route les accumulateurs, tandis qu'en Amérique, en raison du grand nombre de tramways électriques urbains et interurbains et du progrès qu'y a fait dans ces dernières années l'éclairage électrique, tout a été organisé pour faciliter cette opération, et, dans beaucoup de localités, les Compagnies de tramways ou autres sociétés ont installé des postes spéciaux pour la charge des automobiles.

Il y a des villes, comme celle de Détroit, dans l'Etat de Michigan, où des services journaliers de transport par omnibus automobiles électriques fonctionnent avec la plus grande régularité. A Détroit, ces omnibus, qui portent de 40 à 45 voyageurs, circulent à une vitesse de 24 à 25 kilomètres à l'heure. Certains sont mus par des accumulateurs; d'autres fonctionnent par une canalisation aérienne comme nos tramways à trolley. L'*Electrotechnische Neuigkeits-Anzeiger* cite notamment une société américaine qui construit pour ces entreprises de transport de lourds camions, dont chaque roue est actionnée par un moteur spécial de 3 chevaux 1/2, logé dans une enveloppe imperméable à l'eau. Les arbres sont munis de roulements à billes. Les batteries d'accumulateurs qui actionnent ces camions pèsent 2 tonnes : elles se composent de 80 éléments et ont une capacité totale de 375 ampères-heures. Le poids total des camions est de 7 tonnes, y compris la batterie, et ils peuvent recevoir une charge de 10 tonnes. Avec cette charge complète, la consommation est de 1.081 watts-heures par tonne-kilométrique ; à vide, elle est de 63,6 watts-heures. En se basant sur un rendement de la batterie égal à 75 %, et sur le prix de 0 fr. 25 le kilo watt-heure auquel la

[1] *Physikalische Zeitschrift*, n° 13, 1907.

Compagnie Edison de Détroit vend l'énergie électrique, on arrive à un prix de revient de 0 fr. 34 environ par kilomètre à pleine charge. Un système spécial, pouvant donner à volonté des couplages en série et en parallèle, permet de réaliser six vitesses différentes en avant ou en arrière. Enfin, des freins puissants agissent sur chaque roue.

Des expériences faites sur ces camions ont permis d'établir qu'après un parcours de 1.600 kilomètres, les roues ne manifestent pas d'usure sensible. De plus, on a pu leur donner une charge de 7 tonnes et leur faire ainsi gravir des routes à fortes pentes dont le terrain était si détrempé que les roues s'enfonçaient dans des ornières de 10 centimètres de profondeur; pendant une aussi dure épreuve, on put constater que, durant dix minutes, les moteurs supportèrent une charge de 65 chevaux sans la moindre détérioration.

Cet exemple montre que l'électricité appliquée à l'automobilisme n'est pas utilisable seulement pour les voitures légères, et que les lourdes voitures, même les omnibus et camions, peuvent avantageusement l'utiliser. Mais, pour cela, il faut, comme aux Etats-Unis, avoir à la fois du courant électrique à bon marché et une organisation spéciale pour la charge en cours de route des batteries d'accumulateurs.

§ 5. — Chimie

La désagrégation de l'atome chimique. — Les découvertes de la radio-activité par M. Henri Becquerel, du radium et de ses propriétés radio-actives par Curie et Mme Curie, de l'hélium sur notre planète par Sir W. Ramsay, enfin de l'émanation du radium et de ses propriétés par Curie, Mme Curie, Ramsay, Debierne et quelques autres savants, ont récemment apporté à la Physique et à la Chimie la promesse d'une prochaine rénovation. Il semble qu'en ce moment se prépare, dans le vaste champ de ces deux sciences, une révolution égale en conséquences à celle que, vers la fin du XVIIIe siècle, a opérée Lavoisier. L'illustre chimiste Sir William Ramsay, expérimentant sur l'émanation du radium et ses transformations, a été, comme on sait, amené à dépister toute une série de rapports insoupçonnés entre cette mystérieuse substance et l'hélium, et même, d'une façon plus générale, la dissociation de ces entités chimiques que nous appelons *atomes* et dont le jeu, tant qu'ils fonctionnent comme des unités non désagrégées, est régi par les lois de Lavoisier, de Proust, de Gay-Lussac, de Dulong et Petit. Voici, à ce sujet, quelques informations émanées de l'auteur même de ces stupéfiantes découvertes. Nous les empruntons au journal anglais *Nature*, auquel Sir William Ramsay vient de les communiquer :

« En 1903, nous avons montré, M. Soddy et moi, que le changement spontané de l'émanation du radium aboutit à la formation d'hélium; cette observation a été confirmée par Indrikson, Debierne, Curie et Dewar, Giesel et par Himstedt et G. Meyer. Debierne a montré que le chlorure et le fluorure d'actinium dégagent aussi de l'hélium. Enfin, j'ai une fois décelé l'hélium parmi les gaz qui se dégagent continuellement d'une solution de nitrate de thorium, et j'espère confirmer bientôt cette observation.

« Quand l'émanation est en contact avec l'eau, ou dissoute dans ce liquide, le gaz inerte qui se produit est principalement du néon; on n'y peut déceler qu'une trace d'hélium.

« Quand une solution saturée de sulfate de cuivre est substituée à l'eau, il ne se produit pas d'hélium; le produit principal est de l'argon, contenant peut-être une trace de néon, car quelques-unes des plus fortes lignes de ce dernier paraissent être présentes. Le résidu, après élimination du cuivre de la solution, montre le spectre du sodium et du calcium; la raie rouge du lithium a été également observée, mais elle est très faible. Cette dernière observation a été faite quatre fois, deux fois avec du sulfate et deux fois avec du nitrate de cuivre; toutes les précautions possibles ont été prises. Des résidus similaires, obtenus avec le nitrate de plomb et l'eau, ne donnent aucune indication de la présence de lithium; le lithium n'a pas été non plus décelé dans une solution de nitrate de cuivre traitée de la même façon, mais non mise en contact avec l'émanation.

« Ces résultats remarquables m'ont conduit aux idées suivantes : Etant donnée son inactivité, il est probable que l'émanation du radium appartient à la série de l'hélium dans la table des éléments. Pendant son changement spontané, elle se désagrège en produisant une énorme quantité d'énergie. La direction dans laquelle cette énergie se répand peut être modifiée par les circonstances. Si l'émanation est seule ou en contact avec l'hydrogène et l'oxygène, une portion est décomposée ou « désintégrée » par l'énergie que libère l'autre portion. La substance gazeuse produite dans ce cas est l'hélium. Si, toutefois, la distribution de l'énergie est modifiée par la présence de l'eau, la portion de l'émanation qui est décomposée fournit du néon; en présence de sulfate de cuivre, elle donne de l'argon. D'une façon analogue, le cuivre, soumis à l'action de l'émanation, est « dégradé » jusqu'au premier membre de son groupe, le lithium. Il est impossible de prouver que du sodium ou du potassium sont formés, car ce sont des constituants du récipient en verre qui contient la solution; mais, par analogie avec les « produits de décomposition » de l'émanation, ils peuvent être aussi des « produits de dégradation » du cuivre. » WILLIAM RAMSAY.

Si extraordinaires que puissent paraître de tels résultats, nous croyons savoir que des recherches encore inédites de l'éminent chimiste sont en train de les confirmer pleinement et, qui plus est, de les étendre.

L. O.

§ 6. — Géologie

Forages artésiens en Algérie. — Nous avons plusieurs fois signalé les résultats obtenus par les ateliers de forage opérant dans le Sud-Algérien.

Un nouveau succès vient d'être obtenu au puits artésien d'Aïn-Tarfount-Gerira, dans l'oasis de Sidi-Amran, à 50 kilomètres au nord de Touggourt. Ce puits avait été foré en janvier 1898 à une profondeur de 78 mètres ; son débit, qui était primitivement de 300 litres à la minute, était tombé dans ces dernières années à 50 litres.

On eut alors l'idée de pousser, dans la masse sableuse aquifère, une colonne à claire-voie, et, après de longues aspirations à l'aide d'une pompe spéciale, une gerbe d'eau considérable jaillit à 1m70 au-dessus du sol et avec un débit d'environ 10.000 litres par minute.

§ 7. — Physiologie

La perception des mouvements minimes. — Bien que la perception optique des mouvements minimes ait fait à plusieurs reprises l'objet de recherches physiologiques, on s'est presque toujours borné à constater la vitesse de déplacement nécessaire pour rendre le mouvement d'un corps directement visible. Il n'existe, au contraire, que peu de données relativement aux rapports entre la visibilité et l'amplitude du mouvement.

M. Ad. Basler[1], privat-docent à l'Institut physiologique de l'Université de Tubingue, s'est appliqué à établir le déplacement minimum suffisant à produire la sensation de mouvement. Voici le principe sur lequel se base l'appareil construit par l'auteur pour réaliser des mouvements aussi petits que possible, à excursion exactement mesurable.

Sur une plaque forte en feuille de laiton se déplace

[1] *Archiv für die ges. Physiologie*, t. CXV, 1906.

un levier tournant au moyen d'une manivelle autour d'un axe; il est recouvert d'une autre plaque de laiton, ne laissant libre que la manivelle.

Cette plaque est percée, à 2 centimètres de l'axe du levier, d'une fente perpendiculaire à ce dernier. La distance entre l'axe et la fente est égale à un dixième de la distance entre l'axe et une échelle, sur laquelle on lira, par conséquent, l'excursion du levier le long de la fente, amplifiée dix fois.

Deux arrêts ajustables permettent de fixer une fois pour toutes l'excursion voulue. La portion du levier, visible dans la fente, est enduite de papier barytique blanc, se détachant parfaitement sur le fond noir.

Le sujet dont il s'agit d'établir la faculté de perception, placé à 2 mètres de distance de l'appareil, contemple la bande noire, à laquelle l'observateur imprime, au moyen de la manivelle, un mouvement rapide de va-et-vient. Le sujet n'a aucune idée relativement à la grandeur du déplacement ni au but de l'expérience à laquelle il se trouve soumis; il doit indiquer si la bande est mobile ou immobile, et, dans le premier cas, à combien il estime le déplacement.

Voici les principaux résultats constatés par M. Basler:

1° Dans la région de la vision la plus distincte, il est possible de percevoir un déplacement dont la grandeur correspond à un angle visuel d'environ 20 secondes, c'est-à-dire à une étendue, sur le fond de l'œil, de 1 micron 5, soit un demi-diamètre d'un élément de la rétine;

2° Comme, en général, deux points n'apparaissent distincts que dans le cas où leur distance mutuelle équivaut à un angle visuel de 50 secondes (soit 3 microns 5 sur le fond de l'œil), il est évident que nous percevons, avec la *macula lutea*, un mouvement se produisant entre deux points qui ne pourraient plus être distingués;

3° Les mouvements minima sont considérablement surestimés dans ces expériences, et cela d'autant plus que l'objet déplacé se trouve à une distance moins grande de l'œil. Les mouvements considérables ne sont surestimés que dans la vision indirecte, tandis que dans la vision centrale on les apprécie à leur juste valeur;

4° Le déplacement visible minimum d'un objet contemplé est perçu au moyen de la *macula lutea*. Pour les portions périphériques de la rétine, le déplacement doit être beaucoup plus grand pour produire la sensation de mouvement. Le seuil s'accroît bien plus rapidement en direction verticale que de droite à gauche, ou *vice-versa*;

5° La sensibilité relativement à ces perceptions se trouve être en général dépendante de la vitesse du mouvement, un déplacement minime étant en général reconnu plus facilement à mesure que le déplacement est plus rapide;

6° L'éclairage total n'est pas non plus sans influence sur ces phénomènes, les mouvements minimes étant perçus plus facilement dans le cas d'une intensité lumineuse considérable. Les différences de luminosité affectent les portions périphériques de la rétine à un degré bien plus fort que les portions centrales;

7° Ces résultats, bien qu'ayant été trouvés pour un déplacement en direction verticale, seraient essentiellement identiques pour les déplacements horizontaux.

§ 8. — Enseignement

Le 25e anniversaire de la fondation de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris. — L'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris a fêté récemment, dans les salons de l'Hôtel Continental, le 25e anniversaire de sa fondation. Un banquet présidé par M. G. Doumergue, ministre du Commerce et de l'Industrie, réunissait un grand nombre d'anciens élèves et diverses personnalités du monde politique, scientifique et industriel qui, en répondant à l'invitation de MM. Haller, directeur de l'Ecole, et Guittard, président de l'Association des anciens élèves, avaient tenu à donner à l'Ecole un témoignage d'estime et de sympathie.

Citons parmi les présents: MM. Darboux, Bédorez, Poirrier, Marsoulan, le général Sébert, Lauth, Gariel, Buquet, Riban, Olivier, Moureu, Ch. Combes, Courriot, etc. Les industries chimiques, électriques et mécaniques étaient représentées par MM. Pascalis, Michaud, Jossier, Pellet, Barbet, Meyer-May, Rechniewski, Blottière, Letellier, Mendel, Chenal, etc.

Des discours ont été prononcés par MM. Guittard, président de l'Association des anciens élèves, Lauth, directeur honoraire et membre du Comité de fondation de l'Ecole, Haller, directeur de l'Ecole, Barbet, délégué de la Société des Ingénieurs civils, Marsoulan, membre du Conseil municipal. Le ministre du Commerce a pris la parole en dernier lieu et, après avoir félicité le personnel enseignant et les anciens élèves des résultats obtenus, a remis quelques décorations.

Dans de récentes publications concernant l'enseignement de la Chimie industrielle et de l'Electricité, une notion inexacte de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles paraît s'être fait jour. Nous voudrions profiter de cette occasion pour en préciser le but et montrer, en nous basant sur les résultats obtenus, que le programme d'études de l'Ecole est en harmonie avec les besoins de l'industrie.

Il convient de rappeler tout d'abord dans quelles circonstances fut créée l'Ecole. En 1878, M. Lauth, rapporteur de la Classe 47 du Jury international de l'Exposition universelle, adressait à M. le Ministre du Commerce une lettre dans laquelle il demandait la création d'une Ecole nationale de Chimie.

Les circonstances ne permirent pas au Ministère du Commerce de donner suite à ce projet; mais, en 1880, le Conseil municipal de Paris, sur la proposition de M. Germer-Baillière, demanda et obtint la formation d'une Commission chargée d'élaborer un projet de création d'une Ecole technique.

Cette Commission, composée de conseillers municipaux, d'industriels et de savants, parmi lesquels Würtz et Berthelot, déposa en 1881 un Rapport favorable à la création de l'Ecole et un plan complet d'organisation et de fonctionnement. Le Conseil adopta les conclusions de ce Rapport, et le 30 août 1882, le Préfet de la Seine, conformément aux décisions du Conseil, créa définitivement l'Ecole par la nomination d'un Conseil d'administration et de perfectionnement, du directeur et des professeurs.

Au mois d'octobre 1882, l'Ecole municipale de Physique et de Chimie industrielles, installée un peu sommairement rue Lhomond dans les anciens bâtiments du Collège Rollin, recevait trente élèves recrutés par voie de concours et provenant pour la plupart des écoles primaires supérieures de la Ville de Paris.

L'enseignement était donné à l'origine par deux professeurs de Mathématiques, MM. Albert Levy et Rozé; trois professeurs de Physique, MM. Baille, Dommer et Hospitalier, et trois professeurs de Chimie, MM. Schützenberger, Henninger et Silva. Six chefs de travaux pratiques et deux répétiteurs de Mathématiques complétaient le personnel enseignant. La direction de l'Ecole fut confiée à Schützenberger; ce fut lui qui détermina les programmes d'études, arrêta les plans des laboratoires, organisa les différents services de l'Ecole, dont il fut réellement le fondateur. Entouré de collaborateurs dévoués, il sut communiquer son ardeur pour la science, sa passion pour la recherche à cette jeunesse studieuse qui avait eu confiance dans les destinées de l'Ecole. Cette influence eut les plus heureuses conséquences.

Ainsi donc, il existait à Paris même, à partir de l'année 1882, une école où l'on enseignait, dans un but purement industriel, la Chimie, la Physique et, comme auxiliaire de cette dernière science, les Mathématiques.

En particulier, le cours d'Electricité, cette partie de la Physique dont l'importance industrielle naissante venait de se manifester lors de l'Exposition de 1881, était confié à M. Hospitalier, qui occupa cette chaire jusqu'à sa mort, survenue cette année, et apporta dans son enseignement une compétence et un dévouement qui lui ont valu l'affectueuse reconnaissance de tous ses élèves.

Si nous insistons sur ces faits, c'est pour établir nettement que l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles est le premier établissement créé en France dans le but de former pour l'industrie des ingénieurs chimistes ou électriciens ayant acquis dans la pratique du laboratoire une expérience leur permettant de rendre immédiatement des services.

A Paris, les établissements analogues ont une origine plus récente. L'Ecole supérieure d'Electricité a été fondée en 1894 et l'Institut de Chimie appliquée en 1896. Les enseignements universitaires de Chimie appliquée et d'Electrotechnique remontent à une douzaine d'années au plus.

Pour être impartial, il convient de mentionner que Raulin avait organisé à Lyon, dès 1883, une Ecole de Chimie industrielle, qui a continué à donner de très bons résultats, sous la direction actuelle de M. Vignon, et que la fondation, par M. Haller, de l'Institut Chimique de Nancy, établissement qui peut être considéré comme un modèle du genre, remonte à 1890.

Toutes ces fondations sont postérieures à celle de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris.

Celle-ci, qui va recevoir cette année les élèves formant la 25e promotion, a subi quelques transformations depuis l'origine. Modestement installée au début, elle s'est annexé les bâtiments et les baraquements abandonnés par le Musée pédagogique et la Faculté de Médecine; enfin, de nouvelles constructions se sont élevées à la place des anciennes, devenues inhabitables, et, dans quelques années, grâce aux libéralités du Conseil municipal, la reconstruction totale deviendra un fait accompli.

Connaissant le but de l'Ecole, il convient d'exposer ses méthodes d'enseignement avant d'examiner les résultats obtenus.

Les élèves, pour la plupart issus des écoles primaires supérieures de la Ville de Paris, entrent à l'Ecole vers l'âge de dix-sept ans. Le recrutement est obtenu par voie de concours, le programme comprenant des compositions de Mathématiques, de Physique, de Chimie, de français, de dessin, puis, après une première sélection, des épreuves orales de Mathématiques, de Physique, de Chimie, de langues étrangères (allemand ou anglais obligatoire) et de comptabilité.

Le programme est suffisamment étendu pour permettre aux professeurs constituant le jury de s'assurer que les jeunes gens admis à l'Ecole ont l'esprit préparé à en recevoir l'enseignement. Les candidats, pour concourir, ne sont pas astreints à suivre préalablement l'enseignement très particulier des classes de Mathématiques spéciales. Le programme des matières enseignées à l'Ecole étant strictement limité aux sciences physico-chimiques et à leurs applications, en même temps qu'aux Mathématiques considérées comme auxiliaires de la Physique, on a pu donner un grand développement à cet enseignement, à la fois théorique et pratique.

La durée des études est de trois années. Les élèves entrent à l'école à 8 h. 1/2 et en sortent à 6 heures. Il y a en moyenne dix heures de cours par semaine; le reste du temps est consacré au travail dans les laboratoires.

Le programme des cours comprend : Mathématiques, Calcul différentiel et intégral, Mécanique pure et appliquée, Chimie minérale, Chimie organique, Chimie analytique, Electrochimie, Minéralogie, Physique pure et appliquée, Electrotechnique, Chimie physique et Thermodynamique.

Les travaux pratiques ont lieu dans trois laboratoires de Physique (Chaleur, Optique, Électricité) et dans trois laboratoires de Chimie (minérale, organique et analytique); ils sont complétés par des travaux pratiques de Minéralogie, d'Electrochimie, de teinture, etc. En outre, les élèves sont exercés au travail du bois, des métaux et du verre.

Le cours de Chimie appliquée a été remplacé par une série de conférences confiées, pour la plupart, à des spécialistes.

Cet enseignement est complété par de nombreuses visites d'usines et par un stage au cours duquel les élèves étudient la production de la force motrice.

Des examens à la fin de chaque semestre d'études conduisent à un classement et peuvent donner lieu à des éliminations. Les élèves les mieux notés obtiennent finalement un diplôme d'ingénieur délivré par le Ministre du Commerce.

Il sort, de l'Ecole, des physiciens et des chimistes. La distinction porte seulement, à partir du troisième semestre, sur les travaux pratiques, qui cessent d'être communs aux deux catégories d'élèves.

En réalité, les chimistes ont quand même des connaissances étendues en Physique, particulièrement, ce qui est loin de leur être inutile, en ce qui concerne la production de la force motrice et l'Electrotechnique.

Examinons maintenant les résultats obtenus. L'Association des anciens élèves, qui compte environ 500 membres et est très prospère, peut nous fournir des statistiques.

En parcourant son Annuaire, on se rend aisément compte de la variété des aptitudes que présentent les anciens élèves de l'Ecole. On compte 30 industriels, 49 directeurs et 5 sous-directeurs d'usines, 100 ingénieurs, 13 chefs de fabrication, 9 ingénieurs civils, etc. 173 anciens élèves sont attachés à des laboratoires et 45 sont entrés dans l'enseignement.

Comme on le voit, l'Ecole a tenu ses promesses : elle a fourni à l'industrie des ingénieurs chimistes ou électriciens, dont quelques-uns occupent aujourd'hui des situations brillantes. Si quelques anciens élèves ont tenté de faire leur carrière dans l'enseignement et le plus souvent ont réussi, il ne faut pas le déplorer. C'était la manière la plus élégante de prouver la valeur de l'enseignement donné à l'Ecole. D'ailleurs, parmi ses anciens élèves, on trouve 20 docteurs ès sciences, 1 agrégé et 2 docteurs de l'Université, 3 docteurs en médecine, 4 pharmaciens de 1re classe, 100 licenciés. L'Ecole est donc un véritable établissement d'enseignement supérieur, orienté vers les applications. La liste des travaux publiés par les élèves fait le plus grand honneur à l'institution.

Tout cela justifie la définition qu'en a donnée M. Armand Gautier dans son historique de la Société Chimique : l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles est une pépinière de jeunes savants et d'habiles industriels.

E. Tassilly.

LES USINES HYDRO-ÉLECTRIQUES EN FRANCE

Lors de la discussion, au Conseil municipal de Paris, des diverses propositions relatives au régime de l'électricité, il fut déposé un projet ayant pour objet le transport des forces hydrauliques du Rhône jusqu'à Paris.

Ce projet donnait un regain d'actualité à la question si importante de l'utilisation des forces motrices naturelles, à laquelle le *Congrès de la Houille blanche*, tenu à Grenoble en 1902, avait communiqué une impulsion nouvelle et que le prix élevé du charbon, l'épuisement progressif des mines de houille, les progrès de l'industrie et les perfectionnements successifs du matériel électrique et mécanique mettent de plus en plus à l'ordre du jour.

Il est intéressant, croyons-nous, de jeter à ce sujet, un regard d'ensemble sur la situation de la France au point de vue de ses forces hydrauliques; d'étudier rapidement les avantages qu'elle pourrait retirer d'une plus grande mise en œuvre de ses énergies naturelles, l'usage qu'elle en a fait jusqu'à ce jour et l'usage qu'il lui reste encore à en faire. C'est là une question de premier ordre pour l'avenir économique et industriel de notre pays; elle mérite qu'on s'y arrête quelques instants.

I

Pour apprécier les avantages à retirer de l'emploi de l'énergie hydraulique, il suffit de considérer le faible prix de revient du travail mécanique actionné par cette énergie.

Evidemment, ce prix de revient varie suivant l'importance de la puissance, la distance de transmission, le rendement des machines et un grand nombre de circonstances. L'évaluation moyenne est donc difficile à établir, et il ne faut pas être surpris si les personnalités les plus compétentes arrivent, dans ce calcul, à des chiffres souvent assez différents; mais il est incontestable, en tout cas, qu'en substituant à un combustible coûteux une force concédée gratuitement par la Nature, on réalise une économie des plus notables.

Dans son Rapport au *Congrès de la Houille blanche*, M. le comte d'Agoult expose qu'en Suisse on a pu évaluer le cheval-an, sur l'arbre des turbines, à un prix variant entre 65 et 100 francs; en Amérique, au Niagara, ce prix a pu s'abaisser jusqu'à 30 francs. Pour les machines à vapeur ayant six mille heures de marche, la tonne de charbon étant à 18 francs, le cheval-an, d'après ses évaluations, varierait entre 240 et 300 francs. L'un des auteurs du projet d'adduction à Paris des forces du Rhône, M. Mähl, dans son étude très approfondie sur le *Réseau général des forces naturelles hydro-électriques*, évalue qu'en marche continue le cheval-vapeur dépense 500 francs par an en moyenne en France dans l'industrie, et que cette dépense s'élève à 1.000 francs pour les chemins de fer, tandis qu'en tenant compte des frais de premier établissement d'un transport à distance, le cheval-an hydro-électrique pourra ne coûter au maximum que 100 francs pour une distance moyenne de 500 kilomètres du point de production au point d'utilisation.

Sans nous baser absolument sur ces évaluations, trop générales pour que les chiffres ne soient pas sujets à contestation, il suffira, dans chaque cas particulier, de faire le calcul des prix de revient avec la vapeur et avec la force hydraulique : on se rendra facilement compte de l'économie réalisée avec cette dernière.

On voit, d'après cela, quelles sources de richesses représentent pour nous les chutes d'eau, les courants des fleuves, des rivières et des plus modestes cours d'eau, si l'on considère combien est importante la puissance totale absorbée en France par les chemins de fer et par l'industrie.

D'après les statistiques du Ministère des Travaux publics, la puissance nominale de l'ensemble des machines à vapeur en France se décompose de la façon suivante :

	CHEVAUX
Chemins de fer et tramways	6.200.000
Établissements industriels et agricoles .	1.900.000
Batellerie et navigation fluviale	80.000
TOTAL	8.180.000

Il est à remarquer que les statistiques des machines à vapeur comprennent une foule d'appareils à marche discontinue, notamment les locomotives des Compagnies de chemins de fer et de tramways, les machines de secours et de réserve, qui ne donnent leur pleine puissance que quelques heures par jour. Il en est de même dans beaucoup d'industries, dont les moteurs thermiques font face à un service horaire discontinu. On admet que les machines à vapeur recensées par les statistiques administratives travaillent en moyenne :

Dans les chemins de fer et tramways.	8 heures par jour.
Dans les établissements industriels et agricoles	18 — —
Dans la batellerie et la navigation fluviale.	12 — —

On obtiendrai donc pour l'année entière :

	CHEVAUX-HEURES
Chemins de fer et tramways	18.104.000.000
Établissements industriels et agricoles.	12.312.000.000
Batellerie et navigation fluviale	346.000.000

Soit, en chiffres ronds, 30 milliards de chevaux-heures dans l'année pour les machines à vapeur seulement, sans tenir compte de la puissance produite par les autres moteurs thermiques à gaz de ville, à gaz pauvre, à essence, etc...

Le jour où l'utilisation des forces hydrauliques, venant à se généraliser, abaisserait dans de fortes proportions le prix de l'énergie, il s'ensuivrait un développement considérable de l'industrie sous toutes ses formes, et il est facile de voir quels bénéfices en retirerait le pays. Non seulement le prix de revient du cheval-heure serait notablement réduit et permettrait à l'industrie de prendre un nouvel essor, mais il en résulterait encore, au point de vue social, les conséquences les plus heureuses. L'électricité, s'appliquant de plus en plus aux usages agricoles, répandrait plus de bien-être dans les campagnes, qui seraient moins désertées, tandis que, dans les agglomérations urbaines et industrielles, l'emploi du petit moteur, rendu économique, permettrait de substituer, dans bien des cas, le travail à domicile au travail de l'atelier et de développer chez l'ouvrier l'habitude et le goût de la vie de famille. Cet accroissement de la prospérité agricole et industrielle aurait sur le budget les plus heureuses conséquences et contribuerait plus à son équilibre que les expédients les plus ingénieux et les impôts les plus habilement combinés.

II

Si la puissance totale effectivement dépensée en France par les chemins de fer et les autres industries est difficile à évaluer et ne permet que d'arriver à des chiffres d'ensemble approximatifs, il est certainement tout aussi difficile de faire une statistique exacte des forces hydrauliques utilisables et de celles qui sont actuellement utilisées.

Ces forces hydrauliques peuvent se diviser en deux catégories : les hautes chutes d'eau, provenant des massifs montagneux, et les cours d'eau sillonnant les plaines et les vallées; c'est ce qu'on appelle communément la *houille blanche* et la *houille verte*. Les hautes chutes à faible débit sont les plus faciles à aménager et, par suite, les plus économiques, tandis que les chutes de grand débit et de peu de hauteur nécessitent les constructions d'ouvrages hydrauliques importants, ce qui élève le taux du prix de revient. Les pays de houille blanche sont favorables aux transports d'énergie à de longues distances; il n'en est pas de même des pays de houille verte, dont les usines ne sont guère aménagées que pour des besoins locaux. La Direction de l'Hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture procède actuellement à un long et méticuleux travail pour établir, d'une façon aussi rigoureuse que possible, la statistique de l'ensemble de nos forces hydrauliques et des usines qu'elles alimentent. Le débit des cours d'eau et, par conséquent, la force disponible dépendant de ce débit variant incessamment, on comprend toutes les difficultés que présente ce recensement. D'après les renseignements officiels et d'après les travaux de MM. Tavernier et de la Brosse, ingénieurs en chef des Ponts et Chaussées à Lyon et à Grenoble, on peut dès maintenant évaluer à environ 4 $^1/_2$ millions de chevaux en basses eaux et à 9 ou 10 millions de chevaux en régime moyen la puissance totale disponible. Ce sont les vallées du Rhône et de l'Isère et les versants des Alpes qui ont la plus grande richesse hydraulique utilisable.

La houille verte est représentée dans cet ensemble par une longueur de 13.000 kilomètres de rivières navigables et de canaux de navigation et par environ 260.000 kilomètres de cours d'eau non navigables ni flottables. Parmi ces derniers, beaucoup ne peuvent être aménagés, parce que leur débit normal est trop peu important ou leur pente trop faible, ou par suite de leur intermittence. Dans certains pays, les déboisements ont contribué beaucoup à cette variabilité du régime des cours d'eau, si nuisible à l'utilisation de leur puissance. Un moyen de relever le débit des rivières en basses eaux et de diminuer les effets des crues consiste à emmagasiner par des barrages les eaux surabondantes à certaines époques de l'année pour les restituer aux rivières au moment de l'étiage : l'on peut ainsi atténuer souvent dans de grandes proportions les variations de débit de certains cours d'eau.

Il y a lieu de remarquer qu'alors que les machines thermiques fonctionnent d'une façon discontinue, les forces hydrauliques permettent d'assurer des services permanents de vingt-quatre heures par jour, toute l'année pour les forces d'étiage, six mois par an environ pour le régime moyen. Si l'on calcule sur ces bases, ainsi que l'a fait M. de la Brosse, le nombre de chevaux-heures hydrauliques disponibles, on arrive aux chiffres suivants :

	CHEVAUX-HEURES
A l'étiage	39.420.000.000
Sous le régime moyen	21.600.000.000
Soit	61.020.000.000

ou, en chiffres ronds, 60 milliards de chevaux-heures dans l'année, c'est-à-dire le double de ce que produisent les machines à vapeur.

Ainsi que le faisait justement ressortir dans une conférence récente M. Lévy-Salvador, chef adjoint du Service technique de l'Hydraulique agricole au Ministère de l'Agriculture : « Si l'on remarque que le faible volume de 75 litres d'eau tombant d'une hauteur de 1 mètre engendre une énergie d'un

cheval-vapeur, on peut aisément se rendre compte de la puissance énorme que notre réseau de cours d'eau recèle à l'état latent, puissance facile à rendre pratiquement utilisable, soit en aménageant les hautes chutes naturelles des pays de montagnes, soit en créant des barrages dans les régions moins accidentées. »

III

Bien que, durant ces dernières années, les progrès de l'industrie et notamment de l'industrie électrique, aient fait prendre un essor indéniable à l'aménagement des forces hydrauliques en France, nous sommes cependant encore bien loin des résultats que l'on devrait atteindre.

La routine, ce frein puissant, arrête ou du moins retarde toujours les initiatives, et, parce que l'on n'a pas partout à sa disposition de fortes chutes, on ne se figure pas suffisamment la quantité d'énergie que renferment des cours d'eau de hauteur de chute et de débit moyens et des services que pourrait rendre leur utilisation.

Lorsque l'esprit d'initiative vient à sortir de sa torpeur, il se heurte aussitôt à des obstacles presque infranchissables que lui oppose la législation actuelle. Cette législation, qui, depuis très longtemps, n'avait subi aucune modification, a pour base la distinction des cours d'eau en navigables et flottables, qui sont versés dans le domaine public, et en non navigables ni flottables qui n'y sont pas versés. Pour ces derniers, la loi du 8 avril 1898, tranchant une vieille et classique controverse, a établi que le lit des cours d'eau est la propriété des riverains, qui ont sur l'eau elle-même un droit d'usage. De là, des difficultés nombreuses lorsqu'il s'agit d'établir une usine hydraulique, difficultés que résume fort bien, dans un exposé des motifs, M. Ruau, ministre de l'Agriculture :

« La première chose, dit-il, que doit faire un industriel qui veut s'établir sur un cours d'eau est de s'assurer le consentement de tous les riverains dont les droits pourraient se trouver compromis, soit par le remous du barrage, soit par les dérivations usinières projetées. Il lui faut acquérir, bien entendu, les terrains nécessaires pour l'installation de l'usine. Il lui faut aussi se procurer à l'amiable le droit de faire passer ses dérivations sur le terrain d'autrui et d'appuyer son barrage sur la rive opposée à la sienne. Il doit également obtenir le consentement des propriétaires supérieurs, dont les fonds pourront se trouver submergés par la retenue de son barrage. Enfin, il doit traiter avec tous les propriétaires dont le remous et la dérivation vont enlever, en tout ou en partie, le droit d'usage de l'eau, et, pour cela, se faire céder par eux, ou leurs droits de riveraineté ou les terrains mêmes auxquels ces droits se trouvent attachés. Dans tous les cas, lorsqu'il s'agit de créer une usine importante, dérivant l'eau sur un parcours considérable, il lui faut réunir les consentements amiables d'un très grand nombre d'intéressés.

« Au début du grand mouvement d'utilisation de la houille blanche, ce consentement s'obtenait d'ordinaire sans trop de difficultés, parce que l'industriel avait affaire aux riverains originaires et véritables ; mais, au bout d'un certain temps, les spéculateurs sentirent l'avantage qu'il y aurait à faire de l'obstruction et ils acquirent des parcelles riveraines, uniquement pour se faire « barreurs », c'est-à-dire pour obliger les industriels à leur racheter chèrement leur riveraineté.

« Si l'industriel passait outre, comme quelques-uns l'ont fait en présence de résistances isolées et irréductibles, il était menacé de demandes en règlement d'eau qui pouvaient amener la destruction de ses travaux.

« La tâche de ces industriels devenait donc difficile par suite de cette entrée en scène de la spéculation. D'autre part, dans les pays montagneux, sur le bord des torrents aux rives inaccessibles, la propriété même est fréquemment incertaine : la matrice cadastrale n'exprime pas toujours son état actuel, souvent compliqué d'ailleurs par des indivisions, par l'existence de co-propriétaires incapables ou absents. Après avoir traité avec ceux qu'ils jugeaient en possession régulière, les industriels se trouvaient exposés après coup à des demandes inattendues provenant de tiers dont ils avaient ignoré l'existence, aboutissant à des procès ruineux et aux exigences de nouveaux accapareurs. »

Il résulte de cet état de la législation que le possesseur de la plus petite parcelle de riveraineté peut, par sa mauvaise volonté, empêcher l'établissement d'une usine hydraulique, qui, utilisant de puissantes énergies, pourrait répandre le bien-être dans toute une région.

Ce que des riverains ne font pas dans un but malintentionné, d'autres peuvent le faire par une mauvaise intelligence de l'intérêt général et même de leur propre intérêt. Comme le fait fort bien ressortir M. Mähl, des industries de minime importance s'installent parfois sur un cours d'eau, et, par le droit du premier occupant, s'arrogent le bénéfice exclusif de l'usage des eaux venant d'amont : elles empêchent ainsi, sur le parcours occupé par leurs canaux de dérivation, l'installation d'autres industries plus utiles, « morcelant d'une façon sérieuse la puissance naturelle qu'elles utilisent généralement très mal, en ne récupérant ou n'employant qu'une faible partie de la puissance par elles immobilisée ».

Et M. Mähl cite un cas où le morcellement de hasard est fait avec tant d'incohérence que, dans une vallée ayant un torrent d'une force de 100.000 chevaux environ à l'étiage, avec une pente d'écoulement fort avantageuse de 6 centimètres par mètre, il n'y a pas plus de 2.000 chevaux utilisés. Cela n'empêche pas qu'on éprouverait de très grandes difficultés à y trouver place pour une nouvelle installation demandant une force de 500 chevaux seulement.

On comprend combien cette situation est anormale et demande une prompte solution conforme à l'intérêt général.

C'est dans ce but que, le 12 juin 1906, M. Ruau a déposé un projet de loi relatif aux usines hydrauliques sur les cours d'eau non navigables ni flottables et destiné à remédier à cet état de choses. Ce projet de loi établit une distinction entre les usines hydrauliques déclarées d'utilité publique et les usines privées. Pour ces dernières, il doit être statué sur les demandes en autorisation par un décret en Conseil d'État, après enquête, sous réserve des droits des riverains, auxquels il est accordé soit une restitution en nature, soit une indemnité. La déclaration d'utilité publique pourra avoir lieu, d'après le projet, lorsque les usines hydrauliques auront pour objet principal d'assurer les fournitures d'énergie nécessaires à des services publics de l'Etat, des départements, des communes, des syndicats de communes ou des associations syndicales autorisées : elle devra, selon les cas, être prononcée par un décret en Conseil d'Etat ou par une loi et entraînera de droit les expropriations nécessaires dans les formes et avec les indemnités ordinaires.

Si, comme on le prévoit, ce projet est adopté dans ses dispositions principales, cette adoption favorisera beaucoup les transports d'énergie et supprimera les difficultés que la législation actuelle oppose aux établissements d'usines hydrauliques.

Trois jours après le dépôt du projet de loi de M. Ruau, était signée, le 15 juin 1906, une loi « sur les distributions d'énergie », offrant aux entreprises de transport de force des facilités qui jusqu'ici leur faisaient défaut.

En vertu de cette loi, une distribution d'énergie, n'empruntant en aucun point de son parcours des voies publiques, peut être établie et exploitée sans autorisation ni déclaration. C'est seulement lorsque les conducteurs doivent être établis, en un point quelconque, à moins de dix mètres de distance horizontale d'une ligne télégraphique ou téléphonique préexistante, qu'une autorisation doit être délivrée par le préfet, en conformité de l'avis émis par l'Administration des Postes et Télégraphes et sous réserve de certaines conditions techniques exigées des entrepreneurs et déterminées par des arrêtés.

Si la distribution d'énergie emprunte sur tout ou partie de son parcours les voies publiques, elle peut être établie, soit en vertu de permission de voirie, soit en vertu de concession simple ou de concession déclarée d'utilité publique. Aucune concession ne peut faire obstacle à ce qu'il soit accordé des permissions de voirie ou une concession à une entreprise concurrente, pourvu que celle-ci ne bénéficie pas de conditions plus avantageuses. La déclaration d'utilité publique confère au concessionnaire, sous certaines conditions, le droit d'établir sur les propriétés privées les canalisations et supports nécessaires pour le passage des conducteurs et de couper les branches d'arbres qui, se trouvant à proximité des conducteurs aériens d'électricité, pourraient, par leur mouvement ou leur chute, occasionner des courts circuits ou des avaries aux ouvrages.

La loi du 15 juin 1906, permettant ainsi la concurrence entre concessionnaires de transports d'énergie, ouvre la voie à toutes les initiatives. En autorisant pour cause d'utilité publique le passage des conducteurs sur les propriétés privées, elle permet d'abréger, souvent dans de grandes proportions, les parcours à effectuer.

C'est déjà un grand pas fait pour favoriser l'utilisation des forces motrices naturelles. Espérons que l'adoption prochaine du projet Ruau viendra heureusement modifier la législation et compléter l'œuvre commencée.

IV

Si nous jetons un coup d'œil sur les installations d'usines hydro-électriques en France, nous constatons que c'est surtout depuis 1889 que l'énergie hydraulique fut employée plus spécialement pour la production de l'électricité. D'après le Rapport de M. le comte d'Agoult au Congrès de la Houille blanche en 1902, 58 usines de cette nature, d'une puissance de 4.000 chevaux en moyenne, furent fondées, à partir de cette époque, dans une période de dix ans : c'était donc une puissance de 250.000 chevaux environ mise ainsi à la disposition de l'industrie.

Bien avant cette époque, un industriel intelligent, M. Bergès, inaugurait, en 1869, à Lancey, à 15 kilomètres de Grenoble, la première installation hydraulique qui devait être le point de départ de tous les autres transports d'énergie effectués depuis lors dans l'Isère et dans la région des Alpes. M. Bergès empruntait cette énergie à un ruisseau de montagne de faible débit, mais de grande puissance, venant du massif montagneux de Belledone.

En captant avec des tuyaux l'eau du petit ruisseau de la Combe, d'abord à une hauteur de 200 mètres, puis à une hauteur de 500 mètres, M. Bergès put actionner la fabrique de pâte à papier qu'il avait installée dans la vallée de l'Isère. On le vit successivement régulariser le débit très variable du cours d'eau en aménageant une nappe encore inutilisée d'un lac situé à l'altitude de 1.966 mètres, le lac Crozet, puis remonter le niveau au moyen d'un barrage, et, enfin, en 1891, doubler sa puissance en amenant à Lancey, sous une charge de 485 mètres, les eaux du ruisseau de Saint-Mury, issues du lac Blanc, situé à 2.160 mètres d'altitude et coulant dans une vallée voisine parallèle. Par une nouvelle série de travaux, il put ensuite arriver à constituer, en vue de la période des basses eaux d'hiver, une réserve de 1 million 1/2 de mètres cubes; enfin, il étudia tout un système d'aménagement des lacs situés au-dessus des deux vallées de Lancey et de Saint-Mury, en vue de pouvoir en utiliser, le cas échéant, la chute totale, ce qui donnerait une puissance de 10.000 chevaux. L'usine de Lancey est actionnée actuellement par de l'eau arrivant à la vitesse de 60 à 80 mètres par seconde sous forme de jets n'ayant pas plus de 2 centimètres de diamètre : une partie de l'énergie ainsi reçue est employée à actionner les organes mécaniques de l'usine; l'autre partie sert à produire du courant monophasé, qui, distribué sous une tension de 10.000 volts dans un rayon de 15 kilomètres, sert à l'éclairage de la vallée de l'Isère. Le prix de revient de l'énergie électrique permet de fournir la lumière à un prix qui n'est que d'environ 1 fr. 60 par bougie-an.

A côté de l'usine de Lancey, une dérivation a été prise sur la colonne principale pour envoyer de l'eau sous pression à une usine voisine, celle de la Compagnie du tramway de Grenoble à Chapareillan, située à Chapareillan (Isère). Le prix auquel cette fourniture est faite est de 100 francs le cheval-an, avec redevance minima de 25.000 francs. Cette installation réalise en France le premier exemple d'un important réseau de voies ferrées s'étendant sur une longueur de 43 kilomètres et obtenant son énergie par l'eau sous pression louée à des tiers. « Une telle combinaison, dit M. de la Brosse, pourrait, dans bien des cas, faciliter les entreprises de traction. Il est à désirer qu'elle se généralise et que les Compagnies de tramways ou de chemins de fer soient autorisées, moyennant des garanties convenables, d'ailleurs faciles à trouver, à emprunter leur énergie à des industries hydrauliques déjà en place, sans être obligées d'aménager elles-mêmes, de toutes pièces, des chutes nouvelles souvent impossibles à acquérir et dont elles utiliseraient rarement toute la puissance. »

Chapareillan est le siège d'une autre usine, alimentée par le ruisseau de Cernon, et qui fut fondée par la Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan, en vue de l'éclairage de la ville de Chambéry. Ce qui caractérise cette usine, c'est la hauteur importante de la chute d'eau qui l'alimente et qui est de 620 mètres, de sorte qu'avec un débit insignifiant, descendant pendant l'été à 50 litres à peine, on peut arriver à une puissance variant suivant les époques entre 300 et 1.500 chevaux. Les besoins de la ville de Chambéry étant allés sans cesse en grandissant, l'usine de Chapareillan devint bientôt insuffisante : on l'employa à l'éclairage des deux communes de Barraux et de Chapareillan et à la fourniture de force motrice pour les industries voisines. La Société des Forces motrices du Haut-Grésivaudan aménagea alors, en 1899, une nouvelle chute à Pontcharra-sur-Breda, et construisit une usine qui fournit la force motrice et l'éclairage à la ville de Chambéry et aux villages environnants.

Depuis lors, la vallée de la Romanche vient de s'enrichir d'une autre usine importante, l'usine de Livet, construite par la Société électro-chimique de la Romanche et alimentée par les eaux de la Romanche utilisées sous une chute nette de 60 mètres. Cette installation, d'une puissance moyenne de 10.000 chevaux, pouvant être portée à 15.000 chevaux, a spécialement été créée pour l'emploi sur place de cette puissance en opérations électro-chimiques ou métallurgiques; mais elle fournit également de la force motrice à diverses usines de la région.

Le Drac, dont l'énergie permet de distribuer dans le seul département de l'Isère une puissance que l'on évalue à 100.000 chevaux, alimente deux grandes installations hydro-électriques, celle d'Avignonet et celle de Champ. La première, située à 30 kilomètres en amont de Grenoble, appartient à la Société grenobloise de Force et de Lumière; la seconde est la propriété de la Société hydro-électrique de Forge et Mure. Ce qui rendait ces installations particulièrement difficiles, c'est le régime essentiellement torrentiel du Drac, cours d'eau à crues subites et fréquentes, dont le débit varie de 20 mètres cubes en basses eaux jusqu'à 1.200 mètres cubes lors de la fonte des neiges ou de grandes pluies. A Avignonet et à Champ, le problème a été heureusement résolu au moyen de barrages et de canalisations habilement aménagés. L'usine d'Avignonet, qui dessert la Compagnie des mines de la Mure, dont tout l'outillage est actionné électriquement, transporte du courant triphasé sous la tension de 26.000 volts jusqu'à Annonay, à Bourgoin et dans un rayon qui atteint 150 kilomètres. L'usine de Champ distribue également du courant triphasé, sous la même tension de 2.600 volts, à

onze sous-stations, où des transformateurs abaissent cette tension à 2.000 ou 1.000 volts suivant les localités; elle fournit la force motrice à cinquante-sept usines. La ligne principale, qui a 30 kilomètres de longueur, est supportée par des poteaux métalliques communs à la Société grenobloise de Force et de Lumière et à la Société hydro-électrique de Forge et Mure.

Il y a à signaler également dans le département de l'Isère l'usine du Bournillon, sur la Bourne, installée par la Société Schneider et Cie, sur l'initiative d'un groupe d'industriels de Vienne, ayant à leur tête MM. Bouvier et Laurent : cette usine distribue du courant triphasé, sous la tension primaire de 35.000 volts, aux villes de Vienne, de Romans et de Beaurepaire et à d'autres localités de moindre importance sur une longueur de 80 kilomètres environ.

Depuis quelques années, on le voit, le département de l'Isère, où s'est créé ce grand mouvement en faveur de la houille blanche, se couvre, avec une rapidité surprenante, d'un vaste réseau de distribution d'énergie à haute tension, dont le centre d'utilisation est dans la vallée du Rhône, entre Lyon et Valence. Aussi, de toutes parts, sur les bords et dans la vallée de l'Isère, du Drac et de la Romanche, on voit se développer l'industrie sous toutes ses formes : traction, papeteries, électro-chimie, etc..., et, dans les moindres villages et jusqu'aux fermes isolées du Grésivaudan, les chutes d'eau descendant des montagnes viennent apporter, à un prix inférieur à celui des modes d'éclairage les plus économiques, les bienfaits de la lumière électrique.

Les autres départements de la région des Alpes ont obéi à cette impulsion.

La *Savoie* comprend un grand nombre d'usines hydro-électriques, qui va sans cesse en augmentant. Les unes utilisent sur place l'énergie hydraulique pour les usages industriels, tels que la fabrication du carbure de calcium, de l'aluminium, des aciers spéciaux et des produits chimiques; les autres sont des usines de distribution publique de force et de lumière. Sur 27 usines génératrices de distribution existant actuellement en Savoie, une seule, celle d'Aix-les-Bains, est actionnée par la vapeur; les autres sont alimentées par l'énergie hydraulique. La plus importante de toutes est celle de la Plombière, près Moutiers, qui transporte à Lyon plus de 6.000 chevaux à une tension de 57.000 volts en courant continu en série, ce qui représente un parcours de 180 kilomètres : l'expérience a montré que ce système de distribution, peu usité jusqu'à ce jour, peut fonctionner dans des conditions très avantageuses. Chambéry et treize autres localités de la Savoie sont desservies par l'usine de Pontcharra-sur-Bréda, située, comme nous l'avons vu, dans l'Isère.

Fig. 1. — *Usine hydro-électrique de Bellegarde.*

Le département du *Rhône* a 12 usines génératrices actionnées par des chutes d'eau. L'usine hydro-électrique du canal de la Jonage, à Cusset, près de Lyon, qui appartient à la Société des Forces motrices du Rhône et est alimentée par un canal de 18 kilomètres de longueur, a une puissance disponible de 15.000 chevaux; le courant primaire est triphasé à 50 périodes et à la tension de 10.000 volts.

Dans l'*Ain*, il y a 18 usines hydro-électriques de distribution d'énergie. Il faut signaler en particulier celle de la Société des Forces hydrauliques du Rhône, à Bellegarde-sur-Valserine (fig. 1), qui dispose d'une puissance de 10.000 chevaux et alimente plusieurs établissements industriels de la région.

La *Haute-Savoie* compte 28 usines hydrauliques, fournissant d'énergie électrique 51 localités et de nombreuses industries; la *Drôme* en compte 20; l'*Ardèche* et les *Hautes-Alpes* chacun 13.

Lorsque nous approchons du littoral de la Méditerranée, nous nous trouvons, indépendamment d'autres entreprises d'utilisation de force hydraulique, en présence d'un vaste réseau de transport d'énergie à grande distance, dont une puissante Société, la Société « L'Énergie électrique du Littoral méditerranéen », a couvert depuis quelques années toute cette région. Cette entreprise, qui a cherché à se spécialiser dans le transport et la vente en gros de l'énergie électrique produite par les cours d'eau de la région des Alpes, a traité avec presque tous les concessionnaires de services publics des pays desservis par elle. Malgré cette spécialisation dans la vente en gros, elle a dû, dans de nombreuses communes, assurer elle-même le service de la vente en détail. Ses installations électriques sont faites par la Compagnie française pour l'exploitation des procédés Thomson-Houston.

Fig. 2. — *Usine hydro-électrique du Plan du Var.*

Dans le département des *Alpes-Maritimes*, la Société « L'Energie électrique du Littoral méditerranéen » a commencé par éviter une concurrence dangereuse en rachetant la Société des Forces motrices des Alpes-Maritimes, qui avait établi une usine hydro-électrique au Plan du Var (fig. 2), sur une chute de 25 à 27 mètres de hauteur. Elle racheta également à la Compagnie des tramways de Nice et du Littoral l'usine de la Mescla, sur le Var, et la ligne à 10.000 volts qui la reliait à l'usine des tramways de Nice. Elle traita, d'autre part, avec le département des Alpes-Maritimes pour lui fournir toute l'énergie nécessaire pour l'exploitation du vaste réseau de tramways dont il a entrepris la construction et qu'il a rétrocédé à la Compagnie des Chemins de fer du Sud de la France et à la Compagnie des tramways de Nice et du Littoral. La Société possède, en outre, l'usine hydraulique du Loup à Pataras, et l'usine de Saint-Cézaire, établie sous une chute d'eau de la Siagne et connue sous le nom d'« Usine de la Siagne »; ces installations sont complétées par les sous-stations de transformation du Risso et de Sainte-Agathe à Nice et de Cannes et Antibes. Les usines de Pataras, de la Mescla et du Plan du Var, qui fournissent toutes du courant primaire triphasé à 25 périodes sous 10.000 volts, ont des puissances respectives de 3.000, 10.000 et 5.000 chevaux. Quant à celle de la Siagne, dont la chute d'eau a une hauteur disponible de 350 mètres et dont la puissance est de 8.000 chevaux, elle est destinée à soutenir l'usine d'Entraigues (Var), appartenant à la même Société, et, tout en renforçant le réseau des Alpes-Maritimes, à alimenter Toulon et Marseille d'énergie électrique par un transport de force à la tension de 30.000 volts. Actuellement, le département des Alpes-Maritimes compte 15 stations génératrices hydro-électriques.

Fig. 3. — *Usine hydro-électrique de la Brillanne-Villeneuve.*

Le département des *Basses-Alpes* a 16 usines hydrauliques de distribution d'énergie. La Durance et ses affluents présentent une puissance considérable, que la Société « L'Energie électrique du Littoral méditerranéen » a songé à mettre à profit pour

alimenter le réseau des Bouches-du-Rhône ; elle fait aménager actuellement à la Brillanne-Villeneuve, sur la Durance, une grande usine hydro-électrique (fig. 3), d'une puissance de 14.000 chevaux, qui produira des courants triphasés distribués à 13.500 volts et 50.000 volts. En même temps, elle a traité pour l'aménagement d'une chute sur le Verdon.

Dans le département du *Var*, la même Société a installé une usine de 2.000 chevaux à Entraigues, sur l'Argens, pour renforcer l'alimentation de cette région, déjà assurée en partie par l'usine de la Siagne. Le transport d'énergie à 30.000 volts, qui dessert Toulon et de nombreuses localités du Var, a été mis en service vers 1904. Cette énergie alimente diverses sociétés de traction et d'éclairage, ces dernières étant chargées du service de détail. Certaines localités, telles que Brignoles, Carnoules, Cuers, etc., sont même directement desservies par la Société « L'Energie électrique du Littoral méditerranéen».

Le réseau de cette Société dans les *Bouches-du-Rhône* est à la tension de 50.000 volts (fig. 4). Les forces hydrauliques qui l'alimentent sont celles des usines de la Siagne et de la Brillanne, auxquelles s'adjoindront celles de l'usine du Verdon. Le département des Bouches-du-Rhône comprend 23 stations génératrices d'énergie, dont 4 exclusivement hydrauliques et 7 hydrauliques et à vapeur.

Fig. 4. — *Ligne de transmission à 50.000 volts.*

Le département de l'*Hérault* possède sur l'Hérault et sur l'Orb 7 usines hydrauliques desservant plusieurs localités. Une autre usine, alimentée par la Vidourle, celle de Marsillargues, distribue l'énergie à 6 localités dans le département de l'Hérault, et à 13 dans celui du Gard. Béziers et 17 communes de l'Hérault sont desservies par l'usine de Saint-Georges, dans l'Aude.

V

On voit que l'utilisation des forces hydrauliques a fait, depuis quelques années, de rapides progrès dans la région des Alpes et sur le littoral méditerranéen, progrès que les constructions de nouvelles usines vont encore accentuer.

D'après M. de la Brosse, la puissance totale ainsi utilisée dans cette région représente environ 325.000 chevaux : l'équivalent en vapeur exigerait une combustion de 3 millions de tonnes de houille par an. Ces chiffres sont assez éloquents pour se passer de commentaires.

Dans les autres contrées, le mouvement a été beaucoup plus lent. Dans les pays montagneux mêmes, nous sommes loin de constater une transformation industrielle analogue à celle qu'a entraînée, dans les pays alpins et méditerranéens, l'emploi de l'énergie hydraulique.

Dans les Pyrénées notamment, l'utilisation des chutes d'eau est loin d'avoir acquis la même importance que dans les Alpes. Les glaciers et les neiges éternelles y sont, en effet, beaucoup plus rares et les surfaces boisées y sont d'étendue restreinte. De là, de grandes irrégularités dans les débits, qui permettent difficilement l'établissement d'usines importantes de transport d'énergie. On trouve surtout près du massif pyrénéen des usines hydro-électriques actionnant des scieries ou des marbreries ou fournissant un éclairage exclusivement local.

D'un état dressé par M. de Thélin, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées à Tarbes, chargé du Service des études des forces hydrauliques dans la région pyrénéenne, il résulte que, dans l'ensemble des départements des Pyrénées-Orientales, de l'Ariège, de la Haute-Garonne, des Hautes-Pyrénées et des Basses-Pyrénées, le total des forces utilisées s'élèverait à environ 10.700 poncelets, soit 14.000 chevaux en chiffres ronds. Dans ce chiffre figure, pour 2.472 poncelets ou 3.300 chevaux, l'usine des gorges de Saint-Georges, située sur l'Aude, à 3 kilomètres environ en amont d'Axat, qui distribue de l'énergie à 12.000 volts dans un

rayon de 120 kilomètres environ, desservant notamment Carcassonne et Béziers.

L'autre installation la plus importante est celle du transport d'énergie établie sur l'Ariège par la Société métallurgique de l'Ariège et qui a une puissance de 1.600 chevaux environ. Il semble qu'avant peu la région des Pyrénées suivra également l'impulsion donnée, et différents projets de transport d'énergie hydraulique sont actuellement à l'étude. Pendant qu'on aménage le lac de la Bouillouse (Pyrénées-Orientales) pour la traction électrique d'une ligne de chemin de fer de Villeneuve-de-Conflent à Bourg-Madame, on examine la question de l'utilisation de plusieurs lacs du département de l'Ariège situés à de grandes altitudes pour créer un vaste réseau de distribution d'énergie dans la région. Enfin, dans le même département, la « Société des Forces motrices d'Orlu » a projeté un transport de force de 24.000 chevaux entre l'usine d'Orlu et Bordeaux, en passant par Toulouse, soit un transport de 400 kilomètres.

Non loin de la région pyrénéenne, dans le département du *Tarn*, nous voyons aménager, sur le Tarn, par la « Compagnie générale de distribution d'énergie électrique », une usine hydro-électrique servant à alimenter Albi et ses environs, et, au moyen de deux lignes, l'une à 10.000 volts et l'autre à 30.000 volts, à servir d'appoint au réseau des Alpes-Maritimes et aux lignes se dirigeant vers Toulon. Dans le département de l'*Aveyron*, MM. Reynès et Michel, industriels, qui ont déjà établi sur la Sorgue deux usines hydrauliques desservant Roquefort, Tournemire et Saint-Affrique, fondent la « Société d'énergie électrique de la Sorgue et du Tarn », pour installer une grande station de distribution d'énergie dans les gorges sauvages du bord du Tarn, en aval de Milhau, et alimenter toute la région dans un rayon de plusieurs kilomètres.

Dans les montagnes d'Auvergne, il existe des cours d'eau à chutes importantes et à débits suffisamment élevés. Le département du *Puy-de-Dôme*, bien que loin d'avoir utilisé toutes les forces hydrauliques susceptibles d'être avantageusement aménagées, possède cependant quelques usines hydro-électriques qui méritent d'être signalées. La plus puissante est l'usine de la Sioule (fig. 5), installée par la « Compagnie Westinghouse » pour le compte de la « Compagnie du gaz de Clermont-Ferrand ». C'est sur la Sioule, affluent de l'Allier, à 30 kilomètres environ de Clermont-Ferrand à vol d'oiseau, qu'a été installée cette usine. Un barrage, construit pour une hauteur de chute de 25 mètres en hautes eaux, permet d'emmagasiner l'eau dans un lac de 7 kilom. 1/2 de longueur et d'environ 150 mètres de largeur et de constituer une réserve suffisante pour assurer le service pendant la période d'étiage. La puissance totale est de 6.000 chevaux, et, si les besoins l'exigeaient, une retenue supplémentaire de 10 millions de mètres cubes deau en amont de l'usine permettrait d'accroître cette puissance. Le réseau de transport d'énergie comprend une ligne principale à la tension de 20.000 volts, reliant l'usine génératrice à la sous-station principale d'arrivée à Clermont-Ferrand, deux branchements à la même station allant de Volvic à Mozac et de Clermont à Pont-du-Château, le tout complété par une série de branchements à un voltage intermédiaire de 3.000 volts. Indépendamment de l'usine de la Sioule, il y a lieu de signaler, dans le département du Puy-de-Dôme, l'usine électrique de la Gournerie, sur le ruisseau de Miodeix, alimentant Saint-Flour et Domaize et d'une puissance de 1.250 chevaux, les usines de La Bourboule et du Mont-More et plusieurs usines privées affectées à des services locaux.

Fig. 5. — *Usine hydro-électrique de la Sioule.*

Le département de l'*Allier* a 8 stations hydro-électriques de distribution, notamment celles de Montluçon et d'Argenty, marchant en parallèle et transmettant du courant triphasé à 50 périodes sous une tension de 10.000 volts.

Un affluent de la Dordogne, la Vézère, qui prend sa source dans un des départements les plus acci-

dentés et les plus pittoresques de France, la Corrèze, au pied du mont de Meymac, forme de nombreux rapides, dont l'un, entre autres, le saut de la Virole, est remarquable par sa beauté et son débit. En 1898, une société, dite Société d'études des forces motrices de la Vézère, étudia le moyen d'utiliser cette rivière et y créa une usine électrique à proximité du Saillant, à peu de distance en amont du confluent de la Corrèze et de la Vézère. Actuellement, Limoges, situé à 75 kilomètres, se trouve desservi par une ligne à la tension de 20.000 volts venant de la station du Saillant. Cette installation, faite par la Compagnie générale d'électricité de Creil, est la première application industrielle qui ait été faite en Europe d'une tension aussi élevée pour une telle distance.

Dans la *Lozère* et la *Haute-Loire*, régions pourtant très montagneuses, les cours d'eau se prêtent mal à l'établissement de grandes usines, non pas faute de hauteur de chute, mais faute de régularité dans le débit. En été, en effet, les débits se réduisent presque à rien, et toute usine un peu importante exige la création de réservoirs de grand volume pour emmagasiner les crues. Si donc quelques petites localités et des industries privées y sont desservies par l'énergie hydraulique, ce n'est que dans de faibles proportions.

Dans les régions du Jura, des Vosges et des Ardennes, massifs montagneux d'importance secondaire, se trouvent des cours d'eau d'assez grande puissance pour se prêter à des installations hydro-électriques : ces installations, depuis quelques années, s'y sont développées régulièrement.

Dans le département du *Jura*, notamment, qui possède des mines, des carrières et de nombreuses industries, les applications de l'énergie électrique ont pris une grande extension. Sur 27 usines génératrices de distribution, 23 sont exclusivement hydrauliques ; les 4 autres, tout en utilisant la force hydraulique, ont des machines à vapeur de secours. Parmi ces installations, il faut citer notamment celle de Saint-Claude, d'une puissance de 1.200 chevaux, faite, pour le compte de la société Roy, Guérin et Cie, par la Compagnie générale d'électricité de Nancy, et qui alimente les nombreuses fabriques de tabletterie et de pipes en racine de bruyère de la région. A signaler également l'usine de Nozeroy, qui dessert 27 localités dans le département du Jura et 3 dans le département du Doubs, et celle de Mortier, qui alimente 14 localités dans le département du Jura et 19 localités dans le département de l'Ain.

Dans le *Doubs*, il existe une vingtaine d'usines hydro-électriques, qui desservent plusieurs communes. Onze localités de ce département sont fournies d'énergie par l'usine de la Goule, située sur le territoire suisse.

Dans les *Vosges*, presque toutes les usines génératrices de distribution sont hydrauliques. Dans la *Côte-d'Or*, la *Marne*, la *Meuse*, les *Ardennes* et l'*Aisne*, les usines hydrauliques sont en majorité.

VI

Dans les pays de plaine, dits de *houille verte*, on peut dire qu'en général les transports d'énergie à grande distance sont inconnus : l'énergie hydraulique, lorsqu'elle y est employée, est utilisée sur place pour l'éclairage ou les usages industriels ou agricoles.

Parmi ces pays, se trouve la région normande, dont les ressources hydrauliques ont été tout spécialement étudiées par M. Henri Bresson, dans des Notes très documentées publiées en 1903 et en 1904 dans les *Annales du Ministère de l'Agriculture*. Une remarque générale et très intéressante de M. Bresson, c'est que, dans les régions de houille verte étudiées par lui, la force utilisable se rapproche beaucoup de la force réellement utilisée, toutes les fois qu'il s'agit d'éclairage électrique : cela résulte de ce que les jours courts de l'hiver coïncident avec les forts débits de cette saison, presque toujours pluvieuse. Ce fait explique les rapides succès des premières installations hydro-électriques faites dans ce pays et permet de conclure que, lorsque les applications agricoles et industrielles s'y seront généralisées, les bénéfices n'en seront que plus assurés.

Les cours d'eau qui, dans la région normande, ont été le plus spécialement employés à la production d'énergie électrique sont : la Seine, l'Orne, l'Eure, la Rille, la Touques, la Dives, la Vire et l'Iton. Beaucoup de moulins de petite ou moyenne importance, que la concurrence des grandes minoteries a forcé de fermer, ont surtout servi tout d'abord de points de départ aux usines hydro-électriques de la région, et, l'exemple ayant montré l'économie que l'emploi de l'énergie hydraulique permettait de réaliser, ces petites usines locales ont suivi une progression croissante.

M. Bresson, se référant à la *Répartition des forces hydrauliques*, publiée en 1900 par le Service du recensement de la Statistique générale de la France, et s'aidant de ses recherches personnelles depuis cette époque, a pu établir une situation aussi exacte que possible de la richesse de quelques départements de la région normande au point de vue des forces hydrauliques. De ce travail, il résulte que, dans les départements de la *Manche*, de la *Mayenne*, de l'*Orne*, de la *Sarthe* et du *Calvados*, les forces utilisables sont comprises entre 10.000 et 15.000 chevaux, les forces réellement utilisées se réduisant environ au tiers. Dans le

dernier de ces départements, il y a lieu de signaler un transport de force à 5.000 volts entre l'usine hydro-électrique de Thury-Harcourt, sur l'Orne, et une localité, Aunay-sur-Odon, située à 14 kilomètres. Dans l'*Eure-et-Loir*, les forces utilisables ne sont que de 4.000 chevaux environ; mais, en revanche, dans l'*Eure*, elles atteignent 18.000 chevaux.

Les statistiques présentent encore bien des lacunes, et, pour la houille verte, comme pour la houille blanche, nous n'avons pu donner que des aperçus nécessairement incomplets; mais il paraît d'ores et déjà bien établi que la houille verte, en France, peut constituer pour la houille blanche un appoint des plus sérieux et que, même dans les pays de plaine, l'utilisation des forces hydrauliques a suivi depuis quelques années une progression très appréciable.

VII

En résumé, bien qu'il reste encore beaucoup à faire en France, au point de vue de l'utilisation des forces hydrauliques, et que la puissance totale utilisée ne soit encore que d'un million de chevaux environ, le mouvement qui a pris son origine dans la région des Alpes et du littoral méditerranéen et qui a déjà accompli dans ces contrées une véritable révolution industrielle et économique, est en train de se propager peu à peu dans toute l'étendue du pays.

Maintenant qu'une législation plus conforme à l'intérêt général va faire tomber les entraves qui arrêtaient l'essor de l'initiative privée, les dernières hésitations vont certainement disparaître, et les régions qui, jusqu'ici, suivaient les vieux errements de la routine vont se laisser entraîner par l'exemple. Le projet d'adduction à Paris des forces du Rhône, que nous aurons sous peu l'occasion d'étudier dans cette *Revue* et qui certainement sera réalisé dans un avenir plus ou moins proche, n'est pas le seul qui soit actuellement à l'étude, et bien des énergies naturelles encore inutilisées vont bientôt trouver leur emploi. Après la houille blanche, la houille verte répandra autour d'elle la force et la lumière, et Paris aura sa part de cette bienfaisante distribution. Le réseau des forces hydrauliques se resserrera de plus en plus, et ce sera un grand pas dans la voie du progrès et de l'accroissement de la richesse générale.

G. de Lamarcodie,
Ancien élève de l'École Polytechnique,
Professeur à l'École d'Électricité
et de Mécanique industrielles.

LES MÉTHODES MODERNES D'ESSAIS MÉCANIQUES DES PRODUITS MÉTALLURGIQUES

DEUXIÈME PARTIE : ESSAIS AU CHOC PAR FLEXION ET RUPTURE

Dans un premier article[1], nous avons examiné les essais à la traction et les diverses méthodes qu'on a essayé récemment de leur substituer; nous allons maintenant étudier les essais au choc par flexion et rupture.

I. — Essais au choc par flexion et rupture dans les laboratoires.

§ 1. — Historique et Principe.

L'essai de flexion par choc constitue assurément l'un des procédés les plus anciennement utilisés. Il consiste généralement à placer l'éprouvette sur deux appuis, à faire tomber au centre de l'éprouvette un mouton de poids déterminé, d'une hauteur constante et connue. La mesure consiste ordinairement à compter le nombre de coups de mouton pour produire soit la rupture, soit une flèche déterminée.

Les procédés récents que nous allons étudier ne sont pas basés sur le même principe : au lieu d'utiliser, comme dans l'essai précédent, des éprouvettes pleines, on emploie des barreaux entaillés, ceci pour localiser et assurer la rupture. La méthode a reçu justement la dénomination d'*essai au choc par flexion sur barreaux entaillés*.

Mais, il y a plus : l'éprouvette est rompue en une seule opération, et l'on mesure la quantité d'énergie qui a été nécessaire à cette rupture. Pour cela, dans tous les cas, on produit un travail déterminé et l'on mesure l'énergie qui subsiste après la rupture. Nous verrons plus loin les divers appareils que l'on peut utiliser dans ce but.

M. Considère et M. André Le Chatelier furent, il y a dix-huit ans, les premiers à étudier d'une façon précise la fragilité. M. Considère préconisa

[1] *Revue générale des Sciences* du 15 août 1907, p. 615.

un essai de ployage au marteau d'une bande percée de deux trous dans deux régions différentes; l'un est poinçonné, l'autre obtenu à la mèche. On ploie la bande au niveau de chaque trou jusqu'à l'apparition d'une crique; on mesure l'angle obtenu. Lorsque le métal est fragile, l'angle de pliage à l'endroit du trou poinçonné est très faible. La méthode est complexe, exige une certaine quantité de métal et ne s'applique qu'à des profils particuliers, tels que les tôles.

M. Brustlein, dont le nom n'a peut-être pas été assez souvent prononcé dans cette question de la fragilité, jeta les bases du procédé actuel dans une Note présentée à la Commission des Méthodes d'essais, le 10 juillet 1892. Il disait exactement : « Si l'on parvenait à produire à la surface de l'échantillon une strie très fine, toujours exactement de même forme et de même profondeur, en face de laquelle on opérerait le pliage, on pourrait peut-être régulariser la méthode de M. Considère. M. André Le Chatelier (Mémoire présenté le 22 octobre 1892 à la Commission française des Méthodes d'essais), se basant sur la remarque précédente, proposa de rompre au choc par flexion un barreau entaillé sur la face opposée au choc. On déterminait l'angle formé par les deux parties de l'éprouvette après rupture ou un certain nombre de coups de mouton.

Dans une étude détaillée (Commission française des Méthodes d'essais, 6 décembre 1893), M. Barba, après avoir fait ressortir les inconvénients présentés par la méthode précédente (influence de la répétition des chocs, altération de la région où se produisent les coups), reconnaissait la supériorité de l'essai de M. André Le Chatelier sur tous ceux proposés jusqu'alors. Cette supériorité est due à l'entaille, qui crée une section critique où se localisent en grande partie les déformations.

M. Barba proposa alors une méthode dans laquelle on supprime la déformation de l'éprouvette, de manière à ne faire entrer que le travail, ou même la hauteur de chute, dans l'appréciation du résultat, et aussi à soustraire à l'action directe du mouton la section entaillée sur laquelle est reporté l'effet du choc.

L'éprouvette entaillée est encastrée juste au niveau de l'entaille, celle-ci étant placée sur la face supérieure. On laisse tomber le mouton sur la partie en porte-à-faux. Le barreau porte une série d'entailles à des longueurs déterminées; on opère d'abord en encastrant l'éprouvette à la hauteur d'une entaille extrême; puis, ayant brisé par exemple cette première éprouvette, on amène l'éprouvette suivante à la place convenable, on diminue la hauteur de chute du mouton, on continue ainsi jusqu'à ce que l'on ait obtenu deux hauteurs de chute assez voisines, l'une brisant l'éprouvette, l'autre étant sans effet. On y parvient évidemment par coups longs et coups courts.

Les inconvénients de cette méthode résident évidemment dans la longueur de l'opération, la quantité de métal utilisée, et aussi l'incertitude du résultat final, étant donnée l'hétérogénéité de tout métal.

Il n'empêche que la méthode Barba fut la première méthode d'essais au choc scientifique. Nous arrivons ainsi aux méthodes actuelles, dans le détail desquelles nous allons entrer.

§ 2. — De l'utilité des essais au choc sur barreaux entaillés.

Avant toute description, il est peut-être nécessaire de voir si l'essai au choc sur barreaux entaillés est intéressant : fournit-il des données nouvelles? accuse-t-il une qualité que les autres essais ne mettent pas en vue? Ceci paraît incontestable : les essais au choc indiquent la fragilité, c'est-à-dire la propriété que possède le métal de résister plus ou moins aux actions brusques.

Voici d'abord des exemples donnés par M. Frémont :

1er exemple : Deux échantillons de fer et d'acier provenant des Ardennes ont donné à la traction :

$$R = 38,\ A\% = 14;$$
$$\text{et } R = 42,\ A\% = 20.$$

Les barres de ces métaux se ployaient très bien à froid, sans aucune crique; mais, si l'on préparait au burin une très légère incision à la surface d'une barre, elle se brisait net en cet endroit, sous un coup de marteau modéré. Le métal était donc fragile.

2e exemple : Une cornière d'acier de 13 millimètres d'épaisseur s'était brisée en tombant à terre; elle avait été essayée à la traction et donnait :

$$R = 50,5,\ E = 33,9,\ A = 27$$

des résultats semblables ont été signalés par Lowthian Bell, le Jernkontor.

3e exemple : Des avaries graves de chaudières ont été occasionnées par la fragilité de l'acier employé, bien que cet acier fût extrêmement ductile. C'est ainsi qu'un acier, ayant donné 48 kilogs et 33 % d'allongement dans l'essai de traction, a montré une très grande fragilité sur barreaux entaillés.

Il ne semble donc pas y avoir de relation entre la ductilité, telle qu'on la définit par l'essai à la traction, et la fragilité. Cette fragilité, mise en évidence par les barreaux entaillés, ne l'est pas par l'essai traditionnel sur barreau plein. Sur ce point, nous croyons tout le monde en parfait accord. Tout récemment encore, l'un des métallurgistes

les plus distingués de France nous citait le fait suivant : Une de ses usines ayant une forte livraison à faire à une grande Administration, le cahier des charges précisait les résultats à obtenir sur l'essai à la traction et l'essai au choc sur barreaux pleins; l'essai à la traction donna une résistance trop élevée, des allongements à peu près égaux à ceux demandés. Le contrôleur, appliquant strictement le cahier des charges, refusa le lot, auquel on dut appliquer un nouveau traitement thermique, consistant dans un recuit assez prolongé à température plutôt élevée ; dans ces conditions, la charge de rupture ayant baissé et les allongements n'étant pas modifiés, le lot fut accepté; dans les deux cas, l'essai au choc sur barreaux pleins avait donné d'excellents résultats.

Pour sa satisfaction personnelle, l'industriel fit effectuer des essais au choc sur barreaux entaillés; le chiffre accusé par le métal reçu fut de plus d'un tiers inférieur à celui donné par le métal refusé.

Si, pour les aciers au carbone, l'essai au choc sur barreaux entaillés donne des résultats autres que l'essai à la traction, cette conclusion est aussi nette pour les aciers spéciaux. Je citerai seulement quelques exemples :

1° Il arrive couramment de trouver des aciers au nickel qui, après trempe à l'eau, donnent 2 à 5 °/₀ d'allongement, et cependant on observe une non-fragilité assez grande, caractérisée par 9 à 12 kilogrammètres; des aciers seulement au carbone, qui, après traitement, donneraient les mêmes allongements, ne fourniraient que 1 à 4 kilogrammètres. On connaît de nombreux aciers spéciaux qui fournissent à la traction le même allongement et qui ont cependant des résistances au choc très différentes.

2° Les aciers à haute teneur en chrome qui renferment des grains de carbure sont très fragiles; ils donnent 1 à 2 kilogrammètres dans l'essai au choc sur barreaux entaillés, et cependant dans l'essai à la traction ils accusent 16 à 17 °/₀ d'allongement.

3° Enfin, dans l'étude que nous venons de faire des aciers au bore, nous avons montré que les aciers contenant de faibles quantités de borocarbure de fer sont très fragiles et ont cependant des allongements très élevés. Si l'on trempe ces aciers, ce qui fait disparaître le constituant spécial, les allongements diminuent, la résistance au choc augmente.

4° On rencontre dans les alliages de cuivre des exemples aussi frappants : les laitons à l'étain *naval brass* des constructions navales anglaises) sont caractérisés par des allongements que l'on obtient couramment avec des laitons à l'aluminium ou au manganèse (bronzes à haute résistance de la marine française), et cependant il y a entre eux une différence énorme : les derniers donneront 19 à 22 kilogrammètres, les autres 5 à 6 dans l'essai sur éprouvettes Frémont.

Il n'y a donc aucun doute possible à notre avis : l'essai au choc sur barreaux entaillés donne des résultats nouveaux que les autres méthodes ne peuvent indiquer.

§ 3. — Appareils utilisés.

Trois appareils sont utilisés pour l'essai au choc sur barreaux entaillés. Ce sont : les appareils Frémont, Charpy et Guillery.

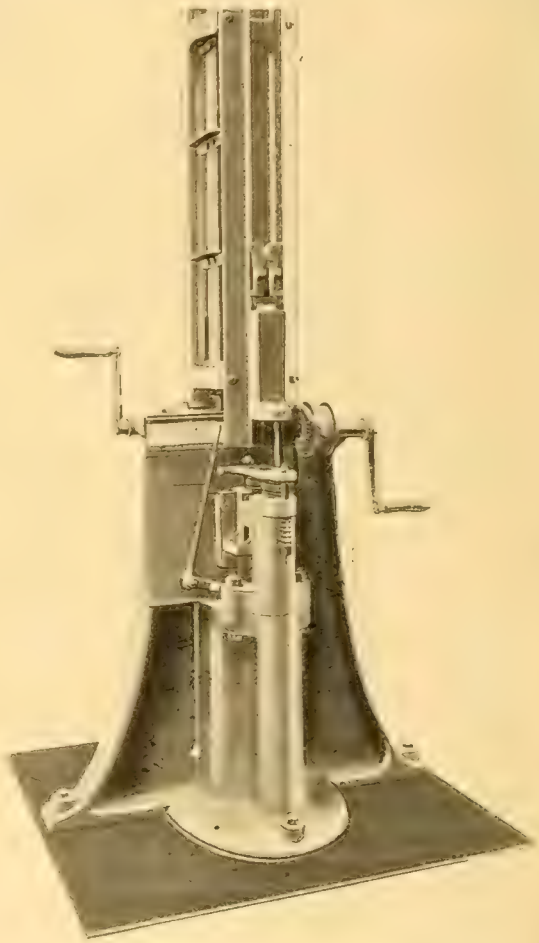


Fig. 1. — *Mouton Frémont pour l'essai au choc des barreaux entaillés.*

Ces trois appareils mesurent l'énergie restant après la rupture de l'éprouvette par un appareil (mouton, pendule ou volant) provoquant la rupture du barreau.

Le *mouton Frémont* (fig. 1) comprend une chabotte de 700 kilogs et une enclume portant deux logements où viennent se reposer deux ressorts à boudin en acier trempé. Sur ces ressorts, qui vont enregistrer la force restante, s'appuie une plate-forme en acier dur.

Le marteau, qui pèse 10 à 15 kilogs et tombe d'une hauteur de 4 mètres, est terminé par un couteau dont la longueur est déterminée par la considération suivante : il faut que l'éprouvette soit atteinte par le couteau avant que le dessous du marteau ne vienne frapper la plate-forme.

Dans ces conditions, le marteau venant à tomber, l'éprouvette se rompt ou se plie; aussitôt après, le dessous du marteau, lequel ne possède plus que l'énergie que n'a pas consommée l'éprouvette, vient en contact avec la plate-forme et comprime les ressorts.

On mesure la hauteur dont ces ressorts s'affaissent, ceci par l'intermédiaire d'un coulisseau à frottement doux qui bute contre la plate-forme.

L'*appareil Charpy* (fig. 2) est composé d'un pendule oscillant, à l'extrémité duquel se trouve un couteau spécial permettant de rompre l'éprouvette. Le pendule est monté à une hauteur connue; on le laisse tomber : dans son oscillation, il rencontre l'éprouvette placée à la partie inférieure, la rompt et remonte à une certaine hauteur. De la différence de hauteur H — h, on peut déduire l'énergie consommée par l'éprouvette pour se rompre; d'ailleurs, comme on maintient H constante, on peut graduer un cercle sur lequel se déplace le pendule après avoir cassé l'éprouvette et lire directement, non pas la hauteur à laquelle il arrive, mais bien le travail absorbé par l'éprouvette.

Fig. 2. — *Mouton-pendule de M. Charpy*, 1er *modèle*.

On a justement reproché au premier appareil de M. Charpy d'être trop volumineux et même trop dangereux à manipuler, et, de plus, de ne pas enregistrer le résultat de l'expérience.

Pour répondre à ces critiques, M. Charpy a créé un appareil de laboratoire (fig. 3), très peu volumineux et qui ne présente plus aucun danger d'opération; enfin, il a placé une aiguille qui se déplace en même temps que le pendule pendant sa chute, mais qui demeure en place quand le pendule revient en arrière.

L'*appareil Guillery* est basé sur le principe suivant : Un volant tourne à une vitesse connue; il porte une espèce de couteau en forme de bec. Le volant tournant à une vitesse connue, un déclanchement particulier, que nous décrirons plus loin, permet d'assurer l'éprouvette sous le couteau qui la brise; on note la diminution de vitesse du volant qui est la conséquence de l'énergie consommée par la rupture de l'éprouvette et l'on en déduit cette énergie même.

Le mouton Guillery (fig. 4), qui se distingue de tous les autres appareils destinés aux essais au choc par son faible encombrement, est constitué en principe par un volant d'acier de dimensions convenables, parfaitement équilibré, portant sur sa jante le couteau qui doit rompre les éprouvettes. Le volant B repose par son axe sur deux paliers aménagés pour roulement sur billes en temps ordinaire, et par contact de surfaces suffisantes au moment du choc. Les paliers sont fixés à un bâti

en fonte C de masse suffisante pour ne rien craindre du choc et des réactions que ce dernier provoque.

Le volant est amené soit mécaniquement, soit à la main, à une vitesse telle que :

1° Le travail accumulé dans la masse soit supérieur à celui qui, dans tous les cas, sera nécessaire à la rupture de la barrette;

2° La vitesse d'impact soit égale à celle adoptée jusqu'alors pour les essais de fragilité, c'est-à-dire celle qui correspond à la chute libre de 4 mètres de hauteur.

La commande s'obtient par un embrayage cylindrique dont l'élément mobile est monté sur un levier F. Ce levier s'accroche au bâti, lors du débrayage ; quand il est décroché, un ressort le sollicite pour l'embrayage, et c'est alors que le volant se met à tourner progressivement jusqu'à la vitesse régime, soit par l'action de la main sur la manivelle, soit par la transmission à câble, qui attaque la poulie à gorge.

Fig. 3. — *Mouton-pendule de M. Charpy, 2e modèle.*

La barrette entaillée est placée entre des griffes légères sur une enclume mobile. Cette enclume, en acier moulé, porte au droit de la frappe une plaque encastrée en acier fondu et trempé. Un ressort à boudin tend toujours à pousser l'enclume vers le volant, c'est-à-dire dans la position où doit avoir lieu le choc.

C'est cette enclume qui porte le mécanisme essentiel, ayant pour objet d'amener, en temps opportun, la barrette sous le couteau. Ce mécanisme est constitué par une came d'enclanchement de l'enclume, montée sur une tige qui la commande en rotation, mais la traverse librement dans le sens de l'axe. La tige est terminée par un loquet et sollicitée par un ressort qui tend toujours à enclancher la came et à ramener la tige vers l'opérateur.

Lorsque, à l'aide du levier G placé à l'avant de l'appareil, on rappelle l'enclume, le ressort, par torsion, enclanche la came et le loquet devient horizontal. Lorsqu'on pousse sur le même levier, la tige se déplace et le loquet vient recevoir un coup de couteau qui déclanche la came et laisse l'enclume à l'influence du ressort. Ce déclanchement est instantané et, lorsque le couteau a fait un tour complet, il vient frapper en plein sur l'éprouvette. Le tachymètre est une petite pompe centrifuge, à axe vertical, qui, par un niveau d'eau gradué, donne les vitesses à tous les instants et le travail absorbé par simple lecture. Un dispositif de sécurité fait qu'il est impossible de placer l'éprouvette ou même de déplacer les griffes lorsque l'enclume est déclanchée.

En outre, le volant est protégé par un capot en fonte qui garantit de toutes projections.

§ 4. — Dimensions des éprouvettes et forme des entailles.

Des propositions nombreuses ont été faites sur les dimensions des éprouvettes et des entailles et sur la forme de ces dernières. M. Frémont emploie des éprouvettes de $8^{mm} \times 10^{mm} \times 30^{mm}$. L'entaille est faite à la scie; elle a 1^{mm} de largeur et 1^{mm} de profondeur; son fond est carré, à angles arrondis.

M. Charpy a proposé l'utilisation d'éprouvettes ayant 10×10, 20×20 ou 30×30^{mm}, ou enfin, dans le cas de la tôle, 20 ou 30^{mm} sur l'épaisseur de la tôle; l'entaille est constituée par un trou cylindrique ayant 6^{mm} de diamètre, qui est situé à moitié profondeur et que l'on débouche vers l'extérieur.

Enfin, M. Mesnager a préconisé une éprouvette de $10 \times 10 \times 60$, avec entaille de 2^{mm} sur 2^{mm} à fond rond. C'est cette dernière qui paraît le plus employée. Pour préparer l'entaille, on peut utiliser soit la scie, comme l'a indiqué M. Frémont, soit

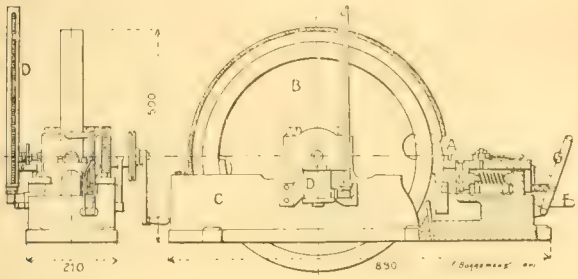


Fig. 4. — *Mouton Guillery.* — A, couteau; B, volant-mouton; C, bâti; D, tachymètre et tube indicateur du travail absorbé; E, manivelle; F, levier d'embrayage; G, levier de manœuvre; H, enclume mobile; I, barrette entaillée. — Travail accumulé dans la masse, 60 kilogrammètres; vitesse d'impact, 8.800 mètres; nombre de tours correspondant, 293; poids, 220 kilogs.

une mèche pour faire le trou rond de M. Charpy, soit enfin la fraise, ce qui paraît le plus rapide et le plus précis.

L'une des questions les plus travaillées est assurément l'influence de la forme et de la dimension de l'entaille. Il nous semble inutile de rappeler ici les discussions importantes soulevées sur ce sujet. Nous nous arrêterons aux résultats les plus marquants.

Rappelons d'abord les conclusions d'un court Rapport présenté au Congrès de Bruxelles par M. Barbier, ingénieur chargé des essais à la Compagnie du Nord : « Il résulte des expériences relatées que les essais faits sur les barrettes entaillées à la scie donnent des résultats suffisamment comparables à eux-mêmes, bien que les entailles ne puissent être idendiques.

« En ce qui concerne la limite d'usure à assigner aux aciers, il n'y a pas lieu de fixer des conditions spéciales : il suffit de s'en rapporter à l'appréciation de l'ouvrier chargé de l'exécution des entailles, qui jugera de la mise au rebut de chaque scie lorsque celle-ci sera émoussée au point de rendre cette exécution difficile. »

D'autre part, M. Charpy a fait de très importants essais pour déterminer la profondeur de l'entaille et la forme de l'entaille. Au point de vue profondeur de l'entaille, il semble qu'elle ait peu d'influence, pourvu qu'elle soit notablement supérieure au rayon de l'arrondi du fond de l'entaille. Une entaille aiguë n'a donc pas besoin d'être profonde. Avec une entaille arrondie, il suffira de prendre une profondeur égale au diamètre de l'arrondi.

Quant à la forme de l'entaille, elle a une influence très nette : la résistance au choc augmente en même temps que le rayon du fond de l'entaille. Cette augmentation, très accentuée pour les métaux fragiles, devient très faible dans le cas des métaux doux très peu fragiles. L'entaille aiguë permettrait une comparaison plus exacte des qualités des divers métaux. On ne saurait cependant recommander son emploi pour les essais de réception, à cause de la difficulté de reproduire cette entaille toujours identique à elle-même.

§ 5. — Influence de la vitesse du choc.

D'après les essais de M. Charpy, l'influence de la vitesse est très faible pour tous les métaux; lorsque le barreau possède une entaille à fond arrondi, les différences notées sont de l'ordre des erreurs d'expériences.

§ 6. — Autres méthodes.

Dans un Mémoire extrêmement confus présenté au Congrès de Bruxelles, MM. Hackstroh et Snyders déclarent qu'ils considèrent les résultats des essais par choc et par flexion sur barreaux entaillés à leur partie inférieure comme complètement impropres à déterminer le degré de fragilité d'une sorte de métal. Ils estiment que les essais par choc et par flexion sur barreaux perforés sont utiles et remplissent mieux leur but que les essais sur barreaux entaillés latéralement.

Les auteurs appuient leurs conclusions sur divers essais, faits notamment sur des plaques de blindage, qui ont donné de bons résultats au tir et de mauvais résultats dans l'essai au choc sur barreaux entaillés. Nous avons exprimé des doutes sur les conclusions des auteurs, pensant que les essais n'avaient pas été assez nombreux et qu'il n'y avait peut-être pas concordance entre les deux sortes d'essais auxquels on avait soumis la plaque, par suite des différences des vitesses de choc et aussi des prises d'éprouvettes à des places peut-être très diverses dans la plaque de blindage, dont toute la masse n'aurait pas subi uniformément le traitement thermique.

§ 7. — **Résultats obtenus.**

Comme nous l'avons expliqué, la fragilité s'exprime par un nombre de kilogrammètres. Les résultats ne semblent comparables, *a priori*, qu'à condition d'employer des éprouvettes semblables. M. Charpy a proposé de considérer le travail de rupture exprimé en kilogrammètres par centimètre carré de section; il a donné le nom de *résilience* à ce travail[1].

Comme les méthodes précédentes, l'essai au choc sur barreaux entaillés a été surtout appliqué aux aciers; il y a, est-il utile de le dire, une relation étroite entre la teneur en carbone d'un bon acier et sa fragilité : un excellent acier à 0,120 °/₀ de carbone donnera 36 kilogrammètres; un excellent acier à 0,500 °/₀ de carbone donnera 12 à 16 kilogrammètres; un excellent acier à 0,850 de carbone en donnera 0 à 2.

Sur ce point, tous les métallurgistes sont d'accord. Aussi, a-t-on pu justement s'étonner de voir MM. Olry et Bonnet (23e *Bulletin de l'Association des Propriétaires d'Appareils à vapeur du nord de la France*) soutenir que la fragilité augmente avec la résistance à la traction, que les aciers durs sont plus fragiles que les aciers doux, et déclarer que l'on va trop loin en prétendant qu'il n'y a aucune corrélation entre les résultats à la traction et au choc. Qui donc a été d'un avis contraire?

Le seul fait soutenu par les savants et les ingénieurs qui se sont occupés de ces essais est qu'un acier doux peut, dans certains cas, être plus fragile qu'un acier dur.

Un même acier peut donner une résistance au choc remarquable après un certain traitement thermique et devenir très fragile après un autre traitement, les résultats de l'essai à la traction n'ayant pas varié.

Pour répéter sous une autre forme ce que nous avons déjà déclaré plus haut, nous dirons avec M. Guillery : 1° Un métal qui ne possède pas un allongement convenable à l'essai de traction ne peut donner de bons résultats à l'essai de fragilité;

2° Un métal fragile peut, par essai de traction, accuser un allongement convenable.

La méthode présente donc un gros intérêt. Il reste à définir comment on pourrait l'introduire dans le cahier des charges. Pour cela, reportons-nous à certains Mémoires présentés au Congrès de Bruxelles et à la discussion qu'ils ont provoquée. M. Sauvage avait été chargé du Rapport officiel; ses conclusions furent les suivantes :

« Pour les essais au choc de barreaux entaillés, on dispose de plusieurs appareils simples et pratiques, d'une exactitude suffisante. Ces divers appareils donnent des résultats comparables, et peuvent être employés indifféremment.

« Les nombreuses expériences exécutées ne paraissent pas avoir indiqué une supériorité bien marquée de l'un des divers procédés employés pour l'essai au choc des barreaux entaillés; on ne peut donc recommander un de ces procédés à l'exclusion des autres. Les barrettes avec entaille arrondie et avec entaille aiguë ne donnent pas les mêmes résultats à l'essai; mais une extrême précision dans la forme de l'entaille ne paraît pas de très grande importance : c'est ainsi que les entailles faites à la scie, sans précautions minutieuses, paraissent convenir dans bien des cas.

« Loin de voir un procédé spécial s'imposer à l'exclusion des autres, on constate une tendance à considérer de nouveaux éléments dans les essais au choc de barreaux entaillés, tels que l'angle de pliage après rupture, la déformation de la section transversale rompue. On commence aussi à faire usage de nouvelles méthodes d'expériences, telles que l'essai au choc longitudinal sur barrettes entaillées.

« Les valeurs numériques du travail de rupture, en kilogrammètres par centimètre carré, à exiger au minimum pour chaque qualité d'acier, n'ont pas encore été parfaitement déterminées en pratique et ces valeurs ne figurent qu'exceptionnellement dans les cahiers des charges.

« Mais il semble que les essais au choc sur barreaux entaillés aient pris une certaine importance comme essais intérieurs d'usine, sur les métaux en cours de fabrication, et aient ainsi contribué à l'amélioration des produits. »

Ces conclusions font parfaitement ressortir l'état exact de la question : les valeurs numériques à adopter ne sont pas encore définies, les essais au choc sur barreaux entaillés ont pris de l'importance comme essais intérieurs d'usine, mais ne sont pas entrés dans les cahiers des charges.

M. Mesnager, qui a fait de très nombreux essais au Laboratoire de l'Ecole des Ponts et Chaussées et a pu notamment comparer les méthodes Charpy et Frémont, arrive aux conclusions suivantes :

1° Les écarts dans les résultats sont généralement moindres avec les grosses éprouvettes à entaille cylindrique qu'avec les petites;

2° On peut relier le nombre de kilogrammètres K par centimètre carré de la section à rompre, aux angles de déformation exprimés en degrés D, par les relations suivantes :

Petites éprouvettes.	$K = 0.375\ D$;
Grandes éprouvettes	$K' = 1 + 0.58\ D'$;

3° On peut, par suite, substituer à la mesure du travail absorbé par la rupture la mesure de l'angle de rupture;

4° On peut relier les résistances à la traction R, exprimées en kilogrammes par millimètre carré, aux angles de rupture et aux kilogrammètres par centimètre carré, par les relations approximatives :

Petites éprouvettes. . .	$R + 2.66\ D = 95$;	$R + 7.1\ K = 95$;
Grandes éprouvettes . .	$R' + 1.72\ D' = 87$;	$R' + 3.0\ K' = 90$;

5° Un métal soufflé paraît donner un travail de rupture supérieur à un métal sain;

6° Avec des métaux homogènes, les grosses éprouvettes donnent des résultats d'une régularité remarquable;

7° L'entaille terminée par un cylindre de 4 milli-

[1] *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France*, janvier 1901.

mètres de diamètre fait au foret et l'entaille à la fraise donnent les mêmes résultats sensiblement;

8° De petites variations jusqu'à 5 millimètres dans la portée et la hauteur de l'éprouvette ont peu d'influence dans le résultat des essais, si la section à rompre ne change pas. Au contraire, la largeur de l'entaille a une grosse influence.

La discussion fut ouverte par M. H. Le Chatelier. « Les avantages de cette méthode, dit ce savant, ne peuvent plus être contestés après les expériences si nombreuses dont elle a été l'objet et la généralisation de plus en plus fréquente de son emploi dans les usines. Ce qui est reconnu bon par les fabricants, pour contrôler eux-mêmes leur fabrication, doit convenir également au consommateur, pour contrôler les produits qui lui sont fournis.

« Il subsiste encore quelques difficultés à lever avant de pouvoir introduire systématiquement ce nouvel essai dans les cahiers des charges. On n'est pas d'accord, d'une part, sur certains détails expérimentaux, et surtout l'introduction trop brusque de cet essai causerait une perturbation nuisible aux intérêts de l'industrie.

« Le Congrès pourrait décider, par une série de votes successifs, quelles sont, parmi les diverses questions soulevées par ce nouveau mode d'essai, celles qui sont aujourd'hui élucidées, et celles qui nécessitent de nouvelles expériences.

« Voici un résumé des propositions qui pourraient ainsi être adoptées ou tout au moins discutées par le Congrès :

« 1° L'essai de traction ordinaire ne suffit pas pour définir toutes propriétés mécaniques utiles à l'emploi;

« 2° L'essai sur barreaux entaillés donne la mesure d'une propriété différente de celles qui tombent sous le coup de l'essai de traction;

« 3° Les résultats de l'essai sur barreaux entaillés à la traction et à la flexion sont comparables. L'essai à la flexion est d'un emploi plus commode en raison de la forme plus simple des éprouvettes et des machines servant à la rupture;

« 4° Les résultats de l'essai sur barreaux entaillés sont en général indépendants de la vitesse de choc. Il est préférable, cependant, à quelques exceptions reconnues, de définir cette vitesse d'une façon uniforme. On pourrait adopter celle de 9 mètres par seconde, correspondant, pour un mouton en chute libre, à une hauteur de 4 mètres;

« 5° Des divers éléments de l'entaille, la profondeur et la largeur au fond sont les seuls réellement à définir. Il est préférable cependant d'éviter les angles vifs. On pourrait adopter une entaille de 2 millimètres de largeur au fond, 2 millimètres de profondeur, avec des barreaux d'une hauteur totale de 10 millimètres et une longueur utile de 50 millimètres;

« 6° Dans le cas des barreaux n'éprouvant pas avant rupture une déformation très considérable, il y a proportionnalité entre le travail de rupture et l'angle de rupture. Il y a lieu, tant qu'on ne se sera pas mis d'accord sur le choix d'un appareil de rupture déterminé, de se contenter de la mesure de l'angle de rupture. Cette mesure peut être obtenue plus facilement d'une façon précise dans le cas des métaux très fragiles pour lesquels l'essai a le plus d'importance. Les appareils actuels ne permettent guère, en effet, d'évaluer le travail de rupture à moins de 1 kilogrammètre. »

M. Le Chatelier se plaît à constater que M. Saladin ne conteste pas l'intérêt des essais de fragilité et demande que l'application en soit progressive. M. Pierrard, ingénieur en chef des Constructions navales belges, rappelle la communication qu'il a faite au Congrès de Liége et dont nous parlerons ultérieurement; M. de Maupeou et M. Simonot appuient de leur haute autorité les conclusions de M. Pierrard, en faisant noter que depuis quinze ans la marine militaire française utilise l'essai au choc sur barreaux entaillés.

M. Breuil renouvelle son affirmation que les essais au choc sur barreaux entaillés ne donnent rien de plus que les essais au choc sur barreaux non entaillés.

Finalement, le Congrès a reconnu, dans un vœu, que les essais au choc paraissent donner des résultats intéressants, mais a repoussé par un nombre égal de voix pour et contre l'entrée de cet essai dans le cahier des charges. En somme, comme l'a noté M. Henry Le Chatelier dans la *Revue de Métallurgie* (octobre 1906) :

« Cette discussion a fait faire un grand pas à la question des essais de fragilité en montrant que tout le monde aujourd'hui reconnaît leur utilité, aussi bien les fabricants d'aciers que les constructeurs; ce n'était pas le cas lors du dernier Congrès, tenu à Budapest. Il ne reste plus qu'à trouver un mode d'application de cet essai qui n'apporte pas, pendant la période de transition, une trop grande perturbation au travail des aciéries. Sur cette nécessité, tout le monde est également d'accord; il suffira donc maintenant d'une bien petite somme de bonne volonté de part et d'autre pour arriver à se mettre complètement d'accord. »

Nous avons déjà noté que les essais au choc ont obtenu un grand succès comme essais d'usine. Ont-ils de ce côté conduit à des résultats intéressants? C'est le dernier point que nous nous proposons d'examiner.

II. — Essais au choc dans les usines.

Nous pensons que l'essai au choc sur barrettes entaillées doit être spécialement utilisé pour déterminer le traitement thermique qui convient à un acier dans un emploi déterminé; nombre de métallurgistes et de constructeurs l'utilisent déjà dans ce but.

Qu'on nous permette, tout d'abord, de rappeler les résultats d'expériences que nous avons signalés en 1903 à la Section française de l'Association des Méthodes d'essais :

Une barre d'acier extra-doux nous a donné à l'essai Frémont des chiffres extraordinairement discordants, depuis 0 jusqu'à 36 kilogrammètres.

Des éprouvettes prélevées à côté des premières, toutes choses égales d'ailleurs, ont été portées à la température de 1.050° et trempées à l'eau. Elles ont toutes donné de 27 à 36 kilogrammètres.

Cette expérience prouve nettement que les résultats irréguliers obtenus avant traitement étaient dus à l'état hétérogène du métal et non à la méthode d'essais utilisée. C'est bien là le point que je voulais démontrer. Dans une communication faite au Congrès de Liége, M. Pierrard a montré comment les essais sur barreaux entaillés l'ont conduit à définir le traitement thermique des arbres utilisés par la marine belge. Il nous faut rappeler les résultats obtenus.

Après avoir constaté un nombre de ruptures très important d'aubes ou d'arbres en acier doux, l'Etat belge décida des expériences sur la double trempe employée depuis 1893 dans la marine française.

Les essais faits avec le concours des usines Cockerill ont porté sur deux nuances d'aciers dont voici les analyses :

	C	Mn	Si	S	Ph
	—	—	—	—	—
N° 1	0.18	0.60	0.05	0.02	0.04
N° 2	0.30	0.80	0.08	0.034	0.053

On fit subir au métal différents traitements que l'on peut résumer comme suit :

1° Recuit à 900° avec refroidissement lent en vase clos;

2° Recuit à 900° avec refroidissement à l'air jusqu'à 600° et refroidissement subséquent en vase clos (recuit à la volée);

3° Trempe à 900° dans l'eau à 70° et deuxième trempe à 600° dans le même liquide (double trempe);

4° Même traitement, mais sur arbre foré d'un trou de 100 millimètres de diamètre.

Les essais faits furent des essais à la traction et des esssais au choc sur barrettes entaillées de 20 × 20 millimètres de différents types (les barrettes modernes ne furent pas employées).

Les résultats permettent de conclure que :

1° Le métal recuit est le plus fragile de tous;

2° Le recuit à la volée est préférable au recuit ordinaire;

3° La double trempe améliore considérablement le métal, et cela d'autant plus qu'on permet à cette trempe d'agir plus efficacement (cas de l'arbre foré);

4° L'acier demi-dur paraît offrir moins de garantie.

Examinons maintenant le cas d'un acier spécial très utilisé en automobiles; il est dénommé acier mangano-siliceux; employé d'abord pour les ressorts, il sert depuis quelques années à préparer les engrenages, surtout ceux qui ne sont pas continuellement en prise. A ce point de vue, il doit être suffisamment dur pour ne pas se mâter et, d'autre part, ne pas être trop fragile; sans quoi, dans les chocs, la pièce se briserait.

Il a donc fallu déterminer d'une façon très précise le traitement thermique le plus approprié. Des expériences ont été faites de différents côtés; voici celles qui ont été publiées par la Société Française de Constructions Mécaniques, et qui montrent l'emploi simultané de l'essai au choc et de l'essai à la bille. On a forgé, puis recuit, des barres à section 12×12^{mm}, dans lesquelles ont été prises 100 éprouvettes entaillées de 10×10^{mm} de section. Ces éprouvettes ont été groupées par séries de 10, et chaque série de 10 a été simultanément trempée à des températures différentes. A cet effet, le paquet d'éprouvettes, disposé sur un support spécial, était plongé dans un bain de sel fondu, dont un couple électrique donnait à tout moment la température. Le bain de sel était chauffé dans un four soufflé au moyen d'un ventilateur électrique, ce qui permettait de régler la température du bain en accélérant ou retardant la marche du ventilateur. Pour faire une opération de trempe à une température donnée, on réglait le ventilateur de manière que la température du bain crût lentement, et, lorsque l'on avait quelque peu dépassé la température recherchée, on plongeait dans le bain la série d'éprouvettes, que l'on retirait après le temps d'immersion nécessaire pour réaliser l'équilibre de température, soit environ 10 minutes. L'action refroidissante de la série d'éprouvettes est toujours la même; par contre, la vitesse d'accroissement de la température du bain sous l'action du chauffage n'est point susceptible d'un réglage précis, de sorte qu'il y a presque toujours un écart entre la température du bain au moment de l'immersion des éprouvettes et sa température au moment où on les retire.

Cet écart n'est jamais considérable; pourtant, dans une expérience, il a atteint 40°. On a envisagé comme température de trempe la moyenne entre les températures initiale et finale du bain. Une fois les éprouvettes chauffées, on les a trempées par immersion dans l'eau froide; puis on a reconstitué de nouvelles séries de dix éprouvettes, chacune trempée à une température différente, on a procédé au revenu en plongeant les nouvelles séries dans les bains de sel fondu chauffés de la même manière et portés à des températures différentes, et on les a de même trempées dans l'eau au sortir de ce bain de revenu.

On a ainsi obtenu une série de cent éprouvettes différenciées par leur traitement thermique. On a mesuré leur fragilité au moyen du mouton Guillery décrit précédemment, et l'on a pratiqué, dans les

deux fragments de l'éprouvette rompue, une empreinte de bille au moyen de l'appareil du même auteur. On a donc possédé, pour chaque éprouvette ayant fait l'objet d'un traitement thermique différent, deux chiffres mesurant sa qualité, au double point de vue de la fragilité et de la ténacité.

L'ensemble des opérations nécessaires pour le traitement thermique et l'essai des éprouvettes peut aisément être exécuté en une journée par deux opérateurs.

Pour l'interprétation et la discussion de ces chiffres, il est plus commode de les grouper sous forme graphique (fig. 5). Le tableau ci-contre a pour abscisses les températures de trempe et pour ordonnées les températures de revenu. Chacun des points qui y sont figurés correspond donc à l'une des éprouvettes.

Pour les engrenages, le traitement consistant dans la trempe à 880° et le revenu à 500°, donne d'excellents résultats ; la dureté et la résistance au choc sont suffisantes.

On remarquera toutefois combien de faibles changements dans le traitement apportent de variations dans les propriétés mécaniques de l'acier mangano-siliceux. Aussi doit-il être rangé dans la catégorie des aciers dangereux.

D'autre part, l'essai au choc sur barreaux entaillés est particulièrement intéressant pour réglementer l'important traitement de la cémentation. On sait que ce traitement consiste à porter un acier, généralement à très faible teneur en carbone (C = 0,120 à 0,250), à une température élevée en présence d'une matière susceptible de lui abandonner du carbone. Dans ces conditions, il y a formation d'une couche superficielle d'acier riche en cet élément, qui, par trempe, devient très dur, alors que l'âme peut posséder une certaine résistance au choc. Mais cette non fragilité ne s'obtient que si l'on soumet la pièce cémentée à un traitement thermique défini.

Dans l'étude que nous avons faite de la cémentation, nous avons cherché à préciser ce traitement thermique, et là encore ce sont les essais au choc sur barrettes entaillées qui nous ont donné les renseignements précis.

Nous avons pu définir ainsi deux traitements thermiques distincts que nous décrirons rapidement :

1° Cémentation lente à basse température (850°); trempe unique à 750°;

2° Cémentation rapide à température élevée (1.000°); double trempe, la première à 900°; la deuxième à 750°. Ce second traitement avait déjà été indiqué par M. Henry Le Châtelier.

Dans ces conditions, on obtient une âme dont la résistance au choc est toujours aussi grande que celle de l'acier initial après recuit et même trempe à l'air. On peut parfaitement obtenir 30 à 36 kilogrammètres sur éprouvettes Frémont.

Si, au contraire, on cémente à 1.000° pendant quatre heures par exemple et que l'on effectue une seule trempe à 750°, l'acier possède une âme d'une grande fragilité, généralement entre 0 à 6 kilogrammètres.

On voit de suite l'importance que prend l'essai au choc sur barrettes entaillées dans la recherche et la définition des traitements thermiques.

En terminant, faisons ressortir l'influence de la température sur la fragilité. Elle a été mise en vue dans un travail de la plus haute importance : l'auteur, M. Charpy, a montré que la résistance augmente pour les aciers avec la température, atteint un maximum entre 100° et 120°, diminue ensuite pour atteindre un minimum entre 400° et 450°, et se relève enfin quand la température con-

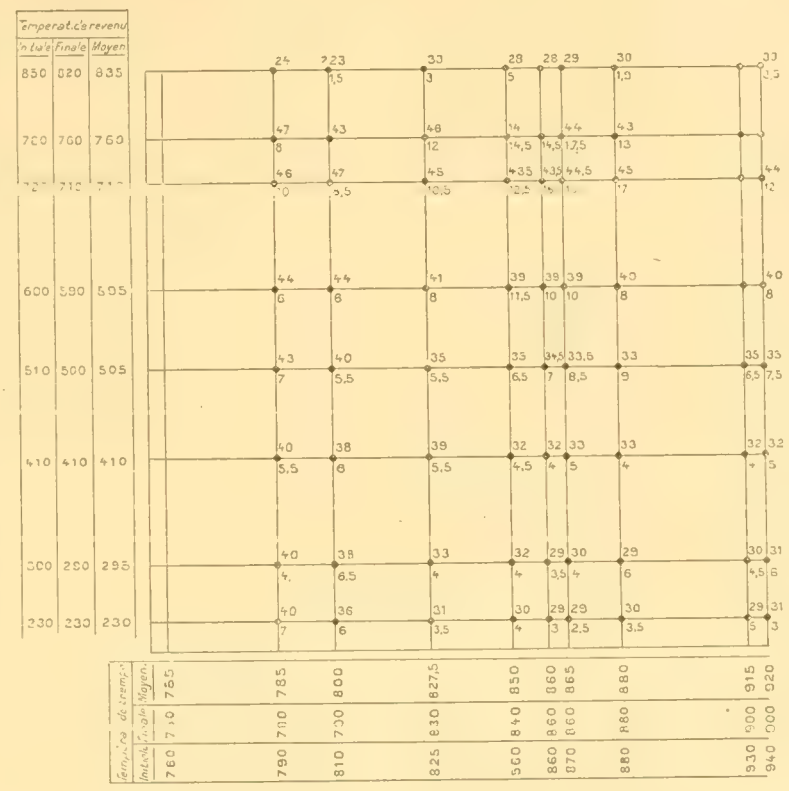


Fig. 5. — *Tableau donnant les résultats obtenus sur acier au silicium à ressort en faisant varier les températures de trempe et de revenu.*

tinue à augmenter et que l'on atteint le rouge. De l'ensemble des résultats obtenus, notamment d'expériences sur les aciers chrome-nickel, M. Charpy conclut :

1° L'emploi des aciers spéciaux au chrome et au nickel permet d'éviter à peu près complètement les inconvénients de la variation de la fragilité avec la température, y compris la fragilité à la température du bleu ;

2° L'augmentation de la fragilité aux basses températures doit être prise en très sérieuse considération, en ce qui concerne les aciers doux, surtout lorsque ces aciers sont de pureté médiocre, car elle est parfois assez brusque et assez considérable pour pouvoir donner lieu à de graves accidents.

D'autre part, dans une lettre fort intéressante qui vient d'être communiquée à la Section française des Méthodes d'essais (séance de juin), M. André Le Chatelier a insisté sur la nécessité d'opérer à température définie pour avoir des résultats constants, montrant qu'un faible écart de température amène des changements sensibles dans la fragilité. La température de 20-25 degrés devrait être adoptée.

En résumé, il nous paraît indubitable que les essais au choc sur barreaux entaillés mettent en vue une nouvelle propriété du métal, la fragilité, que ne met en évidence aucune autre méthode d'essais. Constructeurs et métallurgistes sont parfaitement d'accord sur ce point.

Deux difficultés se présentent :

1° Définir d'une façon précise les conditions dans lesquelles doit se faire l'essai.

Les nombreuses études ont suffisamment mis en vue l'influence des différents facteurs : dimensions des éprouvettes, formes et dimensions de l'entaille, appareils utilisés, pour que l'on puisse arriver rapidement à s'entendre.

2° Établir, pour les différents usages, les limites de la fragilité. C'est là que se trouve la difficulté la plus réelle, car seules des expériences pratiques permettront de définir ces limites. Une seule voie paraît indiquée, celle d'expériences pratiques réitérées. Déjà certaines limites peuvent être adoptées : nous avons indiqué 8 à 9 kilogrammètres pour les engrenages d'automobiles ; pour les aciers doux, la limite de 12 kilogrammètres paraît être un chiffre sur lequel on est à peu près d'accord, du moins pour un certain nombre de pièces de machines, telles que les arbres.

Pour cela, comme le disait M. Charpy dans une lettre adressée à la Section française des Méthodes d'essais (séance de juin), il ne paraît pas indispensable d'inscrire dès maintenant dans les cahiers des charges des conditions d'essai sur barreaux entaillés. Toutes les grandes administrations se réservent le droit, difficilement contestable, d'ailleurs, d'effectuer, sur les produits qu'elles reçoivent, des essais supplémentaires, à titre de renseignement. Quant un essai a été ainsi longuement pratiqué, à titre facultatif, il devient très difficile au fabricant, qui l'a réalisé d'une façon à peu près courante sans y être forcé, de se refuser à le voir insérer comme clause obligatoire dans de nouveaux marchés. Si, en suivant une fabrication de bandages, par exemple, on prélève, en outre des essais normaux, des barreaux de choc entaillés, on trouvera certainement que la grande majorité des produits remplissent certaines conditions qui ne font défaut que dans quelques cas accidentels. Après une telle constatation, il sera bien facile d'imposer ces conditions dans de nouveaux marchés, sans s'exposer à des majorations de prix excessives, et l'on provoquera ainsi une amélioration graduelle des fabrications, qu'il sera facile d'accentuer par une aggravation également graduelle des conditions de réception. Cette méthode progressive a été appliquée jusqu'ici pour tous les produits spéciaux, en ce qui concerne les essais de traction et autres ; rien ne s'oppose à ce qu'elle réussisse également pour les essais de fragilité.

Il faut espérer que les essais se multiplieront et permettront de trancher la question.

III. — Conclusions générales.

Les méthodes que nous avons exposées sont toutes caractérisées par leur simplicité, leur prix de revient très faible, l'utilisation d'une minime quantité de matières.

Certaines peuvent remplacer avantageusement l'essai de traction, d'un coût toujours élevé, d'une interprétation parfois difficile. L'essai au choc sur barreaux entaillés apporte des résultats nouveaux et permet de caractériser la fragilité du métal. Toutes ces méthodes sont actuellement utilisées : les unes, comme le cisaillage, le poinçonnage, ne sont peut-être pas encore sorties du laboratoire ; d'autres, au contraire, sont d'un emploi courant : ce sont l'essai de Brinell et l'essai au choc sur barreaux entaillés.

Aucune n'est encore entrée dans les cahiers des charges ; mais on sent fort bien, après les discussions qui ont été soulevées au Congrès de Bruxelles, qu'elles ne pourront tarder d'y être admises et que, bientôt, producteurs et consommateurs trouveront un terrain d'entente, pour le plus grand bien de tous.

Léon Guillet.
Docteur ès-sciences.
Ingénieur des Arts et Manufactures.

L'ÉTAT ACTUEL DE L'AGRICULTURE A MADAGASCAR

A Madagascar, l'agriculture a été simultanément l'objet d'entreprises privées de colons ou de compagnies et aussi d'opérations financières de l'État. Sans administrer directement, l'État y dépense une notable part de son budget, impose et dirige les cultures; il s'efforce d'assurer la vente des produits et recueille une part des bénéfices sous forme d'impôts et contributions. L'étude de ce qui a été réalisé et de ce qu'on recherche encore à Madagascar offre donc un intérêt complexe. Pour le bien faire saisir, nous rappellerons tout d'abord quelques notions sur la valeur agronomique du pays et sur sa météorologie agricole, les résultats pratiques dépendant en majeure partie de l'observation scientifique des conditions naturelles.

I

On proclame partout que « Madagascar est un pays pauvre »; c'est le mot d'ordre actuel. Le pessimisme, qui tranche rigoureusement en France quand on envisage l'avenir agricole de la Grande Ile, s'autorise de la sentence de deux savants spécialistes, MM. Müntz et Rousseau, qui ont analysé à l'Institut Agronomique de Paris des échantillons des terrains de Madagascar prélevés en 1897 :

« Sur le haut plateau, disent-ils, l'humus et l'azote qui l'accompagne n'existent que dans la proportion de 0,5 °/₀ environ, l'acide phosphorique de 0,3, la potasse de 0,2, la chaux de quelques millièmes; en outre, la nature physique de ces terres, compactes et imperméables, se prenant en pâte par la pluie, durcissant par la sécheresse, les rend difficiles à travailler; elles se ravinent par les eaux fluviales qui courent à la surface et se crevassent pendant la période sèche; il nous paraît donc hasardeux d'établir des cultures sur des terres placées dans de pareilles conditions. » Cet avis, auquel fut donnée la plus grande publicité, découragea tous ceux qui s'apprêtaient à partir pour Madagascar, voire ceux qui s'y étaient déjà installés.

L'arrêt n'est pourtant pas sans appel. Outre que MM. Müntz et Rousseau avaient, les premiers, fait des réserves sur l'infaillibilité d'analyses opérées à cette distance, ils ne pouvaient tenir compte de deux éléments importants, l'eau et le soleil, qui déterminent la richesse des cultures tropicales dans des terrains analogues, au Brésil, que les laboratoires déclaraient improductifs. Un savant français que le Gouvernement anglais a su fixer à l'île Maurice, M. Boname, estima, à la suite d'études entreprises sur les lieux pour les engrais, « que les éléments fertilisants, utiles à la végétation, ne sont pas tous ceux que le terrain contient, mais ceux qu'absorbent par les racines, et aucune des méthodes employées par les chimistes n'est capable de les doser exactement[1] »; c'est donc à tort, selon lui, que l'on tenterait, sans faire d'abord de longs et patients essais, d'adopter pour les terres des contrées tropicales les mêmes procédés de mesure qu'en Europe : 1 gramme d'azote, 1 gramme d'acide phosphorique et 1 gramme de potasse pour 1.000 de terre normale.

Le Dr Besson, administrateur en chef, qui a une longue expérience du Betsiléo et croit en son avenir, affirme que les échantillons soumis aux analyses des savants parisiens n'ont pas été prélevés avec le soin qui convenait : les indigènes ont eu soin de n'envoyer aux autorités que des échantillons de sols pauvres; sans doute, la chaux manque presque partout, mais toutes les plantes n'en sont pas également exigeantes; quant à l'acide phosphorique et à la potasse, le rendement des rizières indigènes et d'une sorte de tabac démontre empiriquement qu'il en existe, sur beaucoup de points, des réserves considérables. En outre, même là où le sol est le plus acide, on peut le corriger par l'épandage du fumier : dans cette seule province, sur 5 ou 6 millions d'hectares, 50.000 seulement sont cultivés en rizières; il n'est pas difficile d'y trouver des emplacements de choix. Ce que M. Besson pose pour le Betsiléo, des officiers qui les ont étudiées le suggèrent pour d'autres régions, telles que la vallé de l'Itomanpy, au sud, celle du Sihanaka[2], et il est impossible au voyageur de ne pas constater la fertilité merveilleuse, non seulement des districts côtiers, mais de certaines provinces centrales, telles que celle de Bétafo. Le géologue Gautier[3] attire l'attention sur le grand intérêt économique que présente l'exploitation des anciens fonds de lacs sur les hauts plateaux.

La conclusion rigoureuse est qu'il n'y a point d'excuse à condamner de France l'agriculture à Madagascar, et que les enseignements de la pratique doivent seuls prévaloir. L'agronomie coloniale ne fait que de naître et les affirmations péda-

[1] Rapport publié dans les journaux de l'île Maurice, en 1905.

[2] « Notes, Reconnaissances et Explorations » de Tananarive, et *Revue de Madagascar*, de Paris.

[3] Gautier : *Madagascar*, Challamel, 1902. Ouvrage extrêmement important, où, en outre des études personnelles, sont le plus judicieusement interprétées les observations de tous les naturalistes de Madagascar : Baron, Standing, Jully, etc.

gogiques sont le plus souvent préconçues, erronées. Ainsi l'opinion qui domine généralement, et s'accrédite dans les guides, manuels et périodiques de vulgarisation, est que Madagascar est divisé pour la météorologie agricole en deux sortes de régions : la *côte*, qui dépend du régime tropical, et le *plateau central*, qui est de climat tempéré; elle vient de ce qu'il fait toujours chaud sur la côte et froid sur le plateau. Mais M. Fauchère, agent du Service d'Agriculture, expose[1] que le climat du Plateau central présente deux saisons bien distinctes : l'une humide et chaude, l'autre sèche et froide (tandis que le climat tempéré se marque par une saison chaude relativement sèche et une saison froide et humide); aussi, malgré la température moyenne, faut-il regarder, contrairement à l'opinion générale, son climat comme franchement tropical. Cette considération est capitale pour la direction des opérations agricoles. En second lieu, les saisons ne sont jamais franches; presque tous les dégâts enregistrés jusqu'ici provenaient des petites saisons sèches qui coupent les grandes et abîment prématurément les cultures européennes déjà prospères; on ne peut obvier à cet inconvénient qu'en cultivant seulement des terrains où l'on puisse pratiquer l'irrigation. Ces notions sont celles auxquelles l'on n'a pas songé à donner de publicité; ni les colons, ni les agents de l'Etat n'ont pu les utiliser, et il importe déjà de tenir grand compte de cela dans l'appréciation des résultats obtenus à Madagascar.

L'emploi des procédés pratiques n'a pas été beaucoup plus judicieux que l'observation du climat. Madagascar est la colonie où l'Etat a dépensé le plus pour l'Agriculture; de leur côté, les particuliers y ont déjà enfoui des millions; les expérimentations savantes y ont été multipliées; mais l'irrigation pour les terrains secs, le drainage pour ceux où l'excès d'humidité a tué jusqu'ici les cultures coloniales ou européennes et particulièrement les céréales, les engrais concentrés[2], l'ensilage, inconnu des indigènes et indispensable dans un pays où toute opération agricole doit être associée à l'élevage[3] et où les troupeaux déperdent de moitié dans l'hiver, ces moyens importants et simples ont été complètement inusités; ils n'ont pas été l'objet de sollicitude dans l'enseignement professionnel, par lequel l'Etat s'efforce d'adapter l'indigène à l'exploitation du sol, quoique l'éducation du Malgache ne puisse précisément débuter que par ce qu'il y a de moins compliqué. Si le Service de l'Instruction n'a donc encore rien tenté, dans le Sud les officiers ont, du moins, essayé de discipliner les indigènes à nos coutumes européennes; ils ont introduit la charrue; mais elle était trop perfectionnée pour le Malgache, qui s'en servait difficilement et ne savait la réparer : après le départ des Lyautey et des Gaub, toutes les charrues ont été abandonnées; l'esprit de réformes à apporter aux procédés routiniers des indigènes s'est trouvé alors d'autant plus rigoureusement condamné par l'élément civil qui a remplacé l'élément militaire dans l'Administration.

Même parler de ces réformes, c'est provoquer souvent le rire dédaigneux et paresseux des colons expéditifs et fatigués; de son côté, l'administrateur sourit de la prétention de vouloir enseigner au Hova ou au Betsiléo l'irrigation, et il est vrai qu'ils y excellent avec un art instinctif; mais ils ne la pratiquent que pour les rizières, et il importe précisément *d'adapter leurs connaissances routinières à la création de nouvelles cultures.* Le général Lyautey a heureusement indiqué la nécessité d'attirer à Madagascar des administrateurs qui eussent déjà étudié en Indo-Chine les fécondes méthodes asiatiques d'irrigation[1]; les jeunes colonies ne prospèreront qu'en utilisant l'expérience des anciennes.

II

Le Gouvernement général a institué un Service d'Agriculture, dont il recrute les agents, de préférence, parmi les élèves de l'Ecole d'Agriculture coloniale de Nogent, qui ont reçu un enseignement spécial. Le directeur du Service et quelques-uns des inspecteurs ont même été compléter leurs études en des missions au Japon, au Brésil, à la Jamaïque, au Cap, à Java et à Sumatra.

Plusieurs jardins d'essai ont été créés dans la Grande Ile. Le plus connu est celui de Nanisane, près de Tananarive, établi dans un terrain qu'on a choisi pauvre afin que les expériences pussent valoir pour l'ensemble du Plateau central qui est généralement ingrat : il faut dire qu'elles ont donné jusqu'ici de déplorables résultats, mais qu'on peut l'imputer parfois à la direction insuffisante. On y a adjoint une *Ecole pratique d'Agriculture et de Sériciculture*, mais il n'y a point de laboratoire d'analyses. Les essais ont été faits assez rapidement, sans connaissance pratique des cultures; ils ont été trop nombreux; le Service de l'Agriculture s'est, en somme, borné à acclimater quelques cen-

[1] Dans la revue locale *Notes, Reconnaissances et Explorations*, 31 mars 1900 : article important.

[2] Les particuliers ont fait usage d'engrais; mais ils ne les choisissaient pas assez concentrés pour diminuer les frais de transport, et ils employaient des nitrates que les pluies lavaient.

[3] Cela a été mis en valeur dans toutes les délibérations des Comices de Madagascar.

[1] *Le Sud de Madagascar*. Lavauzelle, éditeur.

taines de plants utilisables à une très longue échéance : *Khaya senegalensis*, *Cryptomeria japonica*, igname de Chine, opuntias, courges de l'Ohio, *Fourcroya gigantea*, etc. On est universellement d'accord à reconnaître que ce Service colonial ne peut être pris comme exemple.

La plupart des colons n'ont pas mieux réussi que l'Etat : anciens officiers, petits bourgeois en quête de fortune rapide, fils de famille, nobles curieux d'improviser de grandes exploitations en des pays neufs, ni les uns ni les autres n'étaient préparés à entreprendre rationnellement et encore moins pratiquement les cultures coloniales sur une grande échelle; c'est donc très injustement qu'en France on a condamné les entreprises agricoles à Madagascar. Aucun voyageur impartial n'a pu parcourir ce pays sans reconnaître que les expériences qui ont échoué n'étaient pas concluantes; les colons sérieux, établis sur le bord des rivières de la province de Tamatave, sont, au contraire, très satisfaits des résultats donnés par leurs plantations. Les rapports des inspecteurs des Eaux et Forêts établissent assez péremptoirement les raisons pour lesquelles les compagnies ont échoué dans l'industrie du bois : coupes désordonnées, puis abandonnées, agents déplorablement choisis. En résumé, service d'État, entreprise privée, presque tout a été *improvisé* à la légère à Madagascar; on n'a jamais eu recours à l'expérience des colonies voisines de la Réunion et de l'île Maurice, où, depuis plus de deux cents ans, une population, de souche européenne, très industrieuse, essaie de perfectionner graduellement les diverses cultures, où des travaux très sérieux ont été faits par des agronomes et des naturalistes appréciés non seulement en France, mais en Angleterre et en Allemagne, comme Bory de Saint-Vincent, Joseph Hubert, Jacob de Cordemoy et Bordage.

III

Lorsqu'on aura su recueillir la leçon de tant de travaux spéciaux, les ressources de l'Agriculture seront multipliées. Déjà, malgré les mauvaises conditions dans lesquelles on travaille actuellement, un bel avenir est réservé à plusieurs cultures. Il est reconnu que les cultures riches doivent être tentées seulement sur la côte par l'Européen. Le caféier y pousse à l'état sauvage et est cultivé depuis longtemps dans toute l'île; il rapporte même sur les hauts plateaux[1], mais il y demande trop de soins pour être susceptible de grandes exploitations. Les espèces les meilleures sont le Bourbon et l'Arabica, qui dégagent un arome beaucoup plus fin que le Libéria; mais celui-ci seul a résisté jusqu'ici à l'*Hemileia*, qui a déjà ruiné les caféiers des Mascareignes : les colons en ont montré le plus vif découragement, jusqu'à abandonner le café; cependant, l'administrateur Chessé a constaté que tous les Bourbons plantés par les indigènes de Mahanoro étaient vigoureux et rendaient, parce qu'ils les recouvraient de détritus : c'est le manque de fumure et l'écroutage des terres trop profond et trop fréquent qui a causé l'insuccès des colons; les observations de certaines personnes tendent même à établir que l'*Hemileia* ne tue que les plants déjà délicats, mal entretenus, et qu'il n'a guère d'action sur les hauts plateaux. Par contre, le Libéria prend une grande extension entre Tamatave et Mananjary, et une enquête de la *Revue des Cultures coloniales* a établi que le peu de valeur de cette espèce est dû à une préparation défectueuse : le cours en peut être relevé sur le marché européen. Il n'est pas dit enfin que, même pour le Bourbon, l'avenir ne soit pas meilleur : de curieuses tentatives de bouturage ont été faites par M. Manès à la Réunion et pourraient avoir une grande répercussion sur la culture de cette plante, qui n'aurait plus besoin d'être taillée et pourrait être plus facilement protégée, la récolte étant en outre plus rapide.

La canne à sucre est très riche dans presque toutes les régions; surtout à la côte, l'industrie sucrière, complètement ruinée depuis la conquête par les impôts excessifs, — le sucre revient à plus cher qu'en France, — retrouvera une suffisante prospérité lorsque le Gouvernement l'aura affranchie des taxes de consommation; toutefois, il n'accordera pas l'exonération des taxes douanières que réclament les planteurs et qui leur assurerait seule le gros bénéfice pour lequel ils désirent travailler[1]; mais la première mesure suffira à assurer le marché malgache aux sucres indigènes[2].

Le plus grand avenir est promis au cacao, dont

[1] On avait vu des caféiers chargés à rompre dans les fossés des villages et on en avait inféré pouvoir entreprendre de grandes plantations; mais elles ont échoué : c'est que, dans ces fossés, ils profitaient des engrais du village et étaient à l'abri du vent.

[1] La lettre du général Galliéni en date du 18 novembre 1904 présente les arguments du Gouvernement. On a très justement répondu que celui-ci pouvait remédier à la Convention de Bruxelles en donnant les primes aux producteurs; à notre sens, après un examen de la situation actuelle, cela s'impose à Madagascar, malgré la nécessité pour le Gouvernement de modérer ses dépenses. Dans un Rapport très bien fait à la Chambre d'Agriculture, M. Jénot a exprimé le regret que « les plénipotentiaires français à la Conférence de Bruxelles n'aient pas réussi à placer les colonies françaises dans les mêmes conditions que les colonies anglaises et néerlandaises. »

[2] On sait que la vanille a été presque abandonnée à la suite de la baisse considérable. Un Rapport judicieux de M. Desloy montre que les groupements coopératifs entre producteurs peuvent seuls remédier à la baisse, et, en effet, à la Réunion, M. Hermann a pu, par ce système, relever le cours du géranium.

la France importe pour 33 millions de l'étranger et pas même un de ses colonies : il est si vigoureux dans l'île que des pieds abandonnés sans soins pendant dix ans, aux environs d'Andévourante, ont parfaitement résisté à l'envahissement de la brousse et ont donné naissance à d'importants semis spontanés. Les plantations des environs de Tamatave satisfont pleinement les colons qui ont su attendre assez longtemps la récolte.

Le cocotier, la plante tropicale sur laquelle le Service de l'Agriculture avait fondé ses plus généreuses espérances, y dépensant le gros de son actif[1], après avoir été l'objet de félicitations officielles, commence à donner de graves inquiétudes : on s'est aperçu (1905) que les sables de la côte Est sont trop pauvres en calcaire ; l'arbre dépérit vite et achève d'être abîmé par l'*Erytes*. Mais il prospère dans les alluvions des vallées inférieures et sur la côte Ouest : ses plus grands ennemis y sont les rats, d'une propagation effroyable, qui se tapissent jusqu'au cœur des palmes, au point que des chiens ratiers sont indispensables[2] ; les cocoteries actuelles, dont le nettoyage exige peu de main-d'œuvre, sont estimées assez sérieusement devoir donner 30 %.

Le coton était autrefois cultivé par les indigènes pour leurs tissus et l'objet de transactions locales importantes. Il y a tout avantage à reprendre, pour les exploiter avec une industrie moderne, ces plantations auxquelles les Malgaches étaient habitués et se remettraient avec plus de plaisir qu'à autre chose : point considérable pour eux, la culture, contrairement aux cultures dites riches, n'exige pas une longue attente, est facile et peu coûteuse[3]. D'autre part, elle ne préjudicierait point à celle du riz et aurait même l'avantage de réduire la misère qu'apportent à la population les trop fréquentes invasions de sauterelles qui dévastent les rizières ; le coton, étant respecté des acridiens, serait en quelque sorte pour les indigènes une assurance contre la famine. Il vient parfaitement dans plusieurs districts du plateau et surtout dans tout le Nord-Ouest, où l'on a un sol admirablement adapté et un régime météorologique excellent : une saison humide et pluvieuse, correspondant à la période de croissance de la plante, et une saison franchement sèche. Les essais ont été très heureux ; mais les colons hésitent par peur du manque de main-d'œuvre qui reste la principale question. Un spécialiste qui a écrit une étude très sérieuse, M. Georges Froment, estime qu'à cause de la rareté de la main-d'œuvre, il faut d'abord travailler à l'extension progressive de la culture indigène au lieu de risquer de grandes exploitations européennes[1] ; mais, d'un autre côté, les indigènes ne s'y mettront que si on leur assure la vente. Selon l'estimation de fonctionnaires agronomes, pourtant peu optimistes à l'ordinaire, la main-d'œuvre n'est pas un si grave problème, puisque la cueillette ne dure qu'un mois à un mois et demi, que les Malgaches aiment les occupations intermittentes et surtout qu'on y peut employer les femmes et les enfants[2]. Il semble bien que c'est de ce côté qu'il faut hardiment se lancer. Il serait à souhaiter que l'*Association cotonnière coloniale* s'occupât sérieusement de la Grande Ile, et, comme il y a contre elle de fortes préventions à Madagascar, où l'on reproche à ces grandes associations parisiennes d'être seulement des réunions d'hommes d'affaires, de banquiers, sans aucun savant, elle n'arrivera à y acquérir de l'influence que si elle accorde aux colons plusieurs représentants dans ses assemblées ; elle ne risquerait rien à confier sous contrôle des essais modestes de plantation à des colons dans les régions où le métayage est le plus facile à instituer.

Aux yeux d'hommes avisés, le chanvre, le raphia, la ramie et d'autres textiles sont susceptibles non seulement de plus considérables exportations, mais d'une exploitation industrielle moins routinière, qui en doublerait le rendement. L'aloès est une culture d'avenir, surtout pour ceux qui sauront en utiliser les déchets comme engrais[3].

En ce moment, c'est le caoutchouc qui concentre le plus l'attention européenne. L'avenir en est illi-

[1] 140.000 plants ont été répartis dans 200 cocoteries à Madagascar (Sur sa culture, cf. Bensch : *Revue de Madagascar*, 10 décembre 1903, et les *Bulletins de la Chambre d'Agriculture*). M. Paul Hubert, qui a séjourné à Madagascar, a publié, dans la *Bibliothèque pratique du colon* (L. Dunod et Pinat, éditeurs, 1907), un livre sur le cocotier qui est très complet au point de vue agricole, industriel et commercial : il contient notamment les conseils très pratiques d'un homme d'expérience et de bons renseignements sur les cultures intercalaires.

[2] Le Gouvernement a aussi introduit des hiboux et a conclu ensuite à leur inutilité. Selon M. Boname, on les a introduits dans les conditions les plus irrationnelles et ils peuvent être, au contraire, fort utiles (*Bulletins de la Station agronomique de l'île Maurice*, 1902, n° 6).

Rapport Herscher, 1904. Pour le colon, le prix de la cueillette est sensiblement le même qu'en Amérique.

[1] L'opinion de M. Froment semble d'autant plus judicieuse que les agronomes recommandent de cultiver le coton en assolement avec le riz (et il est vrai aussi le tabac), qui ne donne de profit qu'aux Malgaches. Notons qu'à l'île Maurice M. Boname a dit que cette culture serait plus facile aux petits planteurs à cause de la main-d'œuvre : il est en parfaite concordance avec l'opinion de M. Froment. La production supplémentaire de l'huile de coton est un attrait pour l'indigène.

[2] C'est également l'opinion de M. G. Herscher dans son excellent Rapport aux Comices agricoles en 1904. Mettons en relief qu'il conclut à l'introduction et l'acclimatement d'une variété de haute valeur plutôt que de grande production.

[3] Les colons auront avantage à étudier les importants travaux de M. Boname sur le fourcroya et le sisal.

mité, puisque la consommation mondiale est en progrès constant : elle a passé de 39 millions de kilogs en 1896 à 65 en 1903, et Madagascar est éminemment un pays de caoutchouc (il y en a plus de cent espèces); le cours de ses produits n'a cessé de monter depuis que le Gouvernement est intervenu pour surveiller la fraude. Malheureusement, les indigènes continuent à le récolter en saignant les plantes à les tuer et en arrachant les racines. Le Brésil a édicté, pour protéger ses forêts d'*Heveas*, des règlements sévères qu'il est indispensable d'adopter : il s'impose de limiter le nombre des saignées annuelles, de les interdire sur les plants jeunes et dans le voisinage des racines ou du collet. Autant de mesures qui paraîtront oppressives à l'indigène et où il ne saura même se reconnaître; il faudra en arriver à diviser les territoires à caoutchouc en lots sur lesquels la récolte ne serait autorisée que par roulement. C'est que les réserves naturelles sont déjà aux trois quarts épuisées. Dans les colonies anglaises, comme Ceylan, surtout dans les colonies allemandes, Nouvelle-Guinée, Samoa, Cameroun, Est-Africain, et même dans les Indes Néerlandaises, on s'est mis avec une véritable fièvre à multiplier les plantations artificielles de caoutchoucs; à Ceylan et à Malacca, on a fait venir en quelques années près de 5 millions d'arbres de Para; selon le *Mouvement géographique de Bruxelles*, l'Etat léopoldien a introduit en peu de temps 12.500.000 pieds, grâce à une action énergique exercée sur ses fonctionnaires et sur les Sociétés concessionnaires et à un système d'amendes draconiennes. A Madagascar, le Gouvernement n'a pu se permettre de pareilles dépenses, et d'ailleurs les particuliers qui ont fait des essais dans ce sens n'ont pas souvent réussi; mais leurs tentatives n'étaient pas toujours rationnelles. Il n'y existe aucune Société qui se soit attachée à l'entreprise comme la *New Guinea Cie* allemande; les négociants du Havre et de Bordeaux pourraient donner une impulsion plus vive à l'*Association caoutchoutière coloniale*, créée en 1905 pour développer la production et assurer le marché direct en France; il serait temps que, dans une vaste contrée comme Madagascar, où les variétés caoutchoutifères sont si nombreuses, encore inconnues ou mal étudiées, où l'on trouve du précieux produit jusque dans les herbes, une mission scientifique et commerciale aille travailler la question du caoutchouc aussi sérieusement que la Mission lyonnaise l'a fait pour la soie en Extrême-Orient; voilà pour Bordeaux une heureuse occasion de rivaliser avec Lyon[1].

Du moins, les forêts sont-elles encore très riches dans la plupart des provinces, sauf près de la baie d'Antongil, où la proximité de la mer a permis de les exploiter depuis longtemps, ce qui a été pratiqué avec un gaspillage sauvage, par des coupes sans méthode, parfois à blanc. On importe les bois étrangers quand on devrait en exporter dans l'Afrique du Sud, qui en est grand consommateur : les bois de Madagascar, légers, résistants et facilement injectables, y seraient fort recherchés, le Transvaal et le Natal faisant une dépense considérable de traverses[1]. Dans le centre, si le thé n'a donné de bons résultats que dans les jardins, le mûrier est planté sur une grande échelle par l'Administration et réussit. L'aloès sisal y trouve un terrain d'élection. Le coton reprend. Les céréales, telle l'orge, donnent jusqu'à quatre récoltes par an dans les provinces de l'Itasy et du Vakinankaratre. Un nombre multiple de petites cultures ne peuvent manquer d'y devenir rémunératrices : des graines oléagineuses comme l'arachide, qui a rendu l'aisance à certains cultivateurs de la Réunion, et le ricin, pour lequel on est tributaire de l'Inde, jusqu'aux plantes à essence, qui viennent merveilleusement : géranium, vétiver, roses surtout, dont la profusion et le parfum sont incomparables. Ananas, bananes, fruits tropicaux y doivent devenir l'objet d'une industrie de conserves qui, depuis peu, rapporte à la Réunion. Le tabac exige les meilleures terres, mais rend avantageusement et a en réserve une clientèle obligée jusqu'ici de s'approvisionner en Algérie[2]. Le Plateau central est surtout la contrée des grandes prairies : particulièrement dans le Betsiléo, une humidité constante y est favorable, « et l'indigène pratique au plus haut degré l'art de l'irrigation » (Lyautey); il reste à lui apprendre la conservation des fourrages et le fauchage[3], qui, en outre, empêchera les herbes de devenir ligneuses, comme elles y tendent après les incendies dont usent et abusent les Malgaches pour les renouveler.

---

[1] Le Gouverneur général Augagneur vient de mettre un impôt de 0 fr. 40 par kilog sorti, qui aurait pour effet, selon les commerçants métropolitains, de contribuer à empêcher les indigènes de mélanger de terre les caoutchoucs en forçant le traitant à un examen plus sévère, et le gaspillage des réserves. — En 1901, les caoutchoucs exportés de Madagascar représentaient une valeur de 667.480 francs; en 1905, on en a exporté pour 4.840.926 francs et en 1906 pour 7.511.332 francs. — Sur l'hazondrano, lire le travail de M. Thiry : *Bulletin économique de Madagascar*, 4e trimestre 1903. Sur les autres espèces, cf. *L'Agriculture à Madagascar* de MM. Prudhomme et Challamel.

[1] Pour le bois de santal, cf. le *Moniteur officiel du Commerce* du 7 nov. 1901.

[2] Le Gouvernement a planté du quinquina, qui peut aisément devenir d'un grand rapport. Cf. *Revue de Madagascar* du 10 févr. 1902.

[3] Les administrateurs nous ont affirmé que les indigènes ne sauront jamais s'assouplir au fauchage, que la routine prévaudra toujours. Rien ne paraît moins juste à celui qui a vécu dans d'autres colonies, où l'on a toujours commencé par tenir des propos analogues sur la paresse des indigènes. Les Malgaches, particulièrement, ont su s'adapter à l'industrie si délicate de la sériciculture.

Le riz demeure la richesse du Centre, où il y a toujours, comme du temps du Colonel Lyautey, « surproduction et pas d'écoulement ». C'est là une question d'autant plus importante que l'avenir du chemin de fer, si discuté, en dépend en grande partie, et nous l'avons particulièrement étudiée dans notre voyage. Certaines provinces, telles que le Sihanaka, sont appelées à des rendements beaucoup plus considérables lorsqu'on aura pris l'habitude d'y repiquer la plante. Même dans celles où les esprits désenchantés estiment que tous les terrains favorables sont occupés, l'extension de l'irrigation artificielle saura aisément y en adapter d'autres. On en peut partager le pessimisme des colons aigris : le riz est la vraie et inépuisable ressource de la Grande Ile[1], non seulement parce qu'il deviendra la principale exportation, mais parce que cette précieuse et familière plante est la nourricière des Malgaches, qui l'aiment presque religieusement ; considération très importante, il assure à lui seul l'alimentation, et à l'extension de sa culture se réglera le développement de la population. Cette extension reste le grand espoir non seulement pour la plus-value économique du pays obéré, mais pour la régénération de la race indigène. C'est presque en l'envisageant seule que peut prendre assez de confiance dans l'avenir celui qui, après ces dix premières années d'occupation, a voyagé à Madagascar, demandant aux statistiques officielles, à la critique privée, aux calculs particuliers, aux investigations dans la psychologie des indigènes et à l'étude de leurs ressources artistiques aussi bien que dans les rapports économiques, le principe de la meilleure méthode d'exploitation.

IV

De la main-d'œuvre dépend évidemment, en grande partie, l'agriculture à Madagascar. On a beaucoup préconisé l'immigration de coolies hindous ou chinois et nous estimons qu'elle peut être précieuse aux grandes exploitations : les excellents résultats obtenus dans les propriétés sucrières aux Mascareignes prouvent qu'il ne faut nullement s'alarmer, comme on l'a fait, parce que cette main-d'œuvre a eu le plus déplorable rendement sur les chantiers du chemin de fer. Les Chinois, particulièrement, doivent être recherchés parce qu'ils épousent volontiers des femmes malgaches et se fixeraient facilement dans le pays.

La petite culture devra avoir recours aux autochtones. Contrairement aux avis répétés des colons, les seuls qui semblaient compétents pour une pareille estimation, le Malgache est capable d'un labeur agricole suivi et fructueux. Il travaille même souvent de manière à écarter toute concurrence européenne : les Français qui ont tenté la culture rationnelle du riz n'ont pu lutter avec lui et ont dû cesser ; depuis la conquête, nous lui avons appris à produire les légumes à meilleur marché que nous ; et l'on peut parfaitement prévoir que les diverses petites cultures deviendront, l'une après l'autre, son monopole, à mesure qu'il s'en sera assimilé la pratique par l'imitation des Européens. Dans des études minutieuses, un colon intelligent de Fianarantsoa, M. de Chazal, a montré quels soins méticuleux il faut avoir pour chaque plante et presque quelle expérience héréditaire de la nature tropicale il faut tenir pour prévoir les intempéries, connaître les insectes et parasites, savoir rapporter chaque ennui inattendu à une cause souvent invisible : l'instinct du Malgache y supplée, et seul il est assez patient et museur pour donner à chaque arbuste qui lui appartient des soins minutieux. Telles cultures auxquelles on renonce par l'impossibilité pour l'Européen d'en diriger une exploitation en grand, — ainsi le café sur le Plateau central, — sont parfaitement susceptibles de s'y propager dans les villages, pour peu qu'on distribue quelques pieds de chaque arbre à chaque habitant par un système dérivé de celui des Indes Néerlandaises, mais plus libéral. Le Malgache se refusera à soigner 60 plants du même arbre, mais il s'intéressera à soigner 10 plants de six espèces différentes : il aime la diversité dans le travail. Il importe de considérer cette disposition d'humeur de l'indigène, s'harmonisant d'ailleurs à la diversité extrême d'un pays qui ne paraît pauvre que parce que les ressources en sont extrêmement variées et qu'alors on les connaît mal, et ne donnera de déception que si l'on veut le soumettre comme des régions monotones à deux ou trois grandes cultures d'importation, tandis qu'une civilisation assez ingénieuse pour amener l'indigène à s'adapter aux mille ressources naturelles sera florissante.

Marius-Ary Leblond.

[1] C'est d'ailleurs la conclusion d'une série d'articles documentaires très bien faits parus dans *Le Petit Courrier de Tananarive* sous la signature E. T. Les mesures qu'on y juge nécessaires sont : la sélection des semences, l'amélioration de la préparation, la distribution des qualités suivant les sols et les climats, l'économie dans la récolte, le battage, surtout la préparation du grain brut en grain marchand, l'utilisation des déchets.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Riollot (J.). — **Les Carrés magiques : contribution à leur étude.** — 1 *vol. gr. in*-8° *de* 119 *pages avec* 311 *figures.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1907.

Voici un livre de plus sur les carrés magiques; c'est un sujet qui passionne, à juste titre, beaucoup d'amateurs, et qui a jadis provoqué les efforts de mathématiciens illustres.

M. Riollot s'est attaché à indiquer les principales méthodes en usage pour la construction de ces figures arithmétiques, pour lesquelles il éprouve une évidente prédilection. Il y a même ajouté (p. 33 et suiv.) des remarques ingénieuses et qui semblent nouvelles au sujet des transformations. Elles peuvent être utilisées pour la construction de carrés magiques impairs ou impairement pairs.

Les huit chapitres dont se compose l'ouvrage, divisé en trois parties (Figures des nombres sur l'échiquier, Propriétés des carrés magiques; Construction des carrés magiques), sont intitulés : *Considérations générales*; *Définitions, notations*; *Classification des carrés magiques*; *Propriétés arithmétiques et algébriques*; *Propriétés géométriques*; *Propriétés particulières aux carrés magiques singuliers; Procédés divers de construction*; *Méthode du carré guide*; *Figures magiques diverses.*

Le livre est édité avec grand soin, et les figures sont d'une exécution irréprochable.

Il nous sera permis d'exprimer un regret : c'est qu'en abordant un sujet de cette nature, l'auteur ait passé sous silence le travail le plus remarquable et surtout le plus scientifique publié de nos jours sur la question, celui de M. Gabriel Arnoux, dont le nom n'est même pas cité. M. Riollot ne mentionne nullement non plus les recherches si remarquables de M. G. Tarry, ni celles de M. Portier; il n'indique pas le problème de la magie aux divers degrés, qui présente cependant un intérêt incontestable.

Puisqu'il s'occupait de la classification et de la notation, l'auteur aurait pu faire œuvre bien utile en cherchant à présenter une terminologie rationnelle à la place des surabondants vocables, souvent bizarres, au milieu desquels l'esprit se perd, et qui souvent ne sont pas employés dans le même sens : carrés diaboliques, cabalistiques, sataniques, etc. La classe des carrés hypermagiques de M. Arnoux répondait à une notion scientifique précise; les expressions de carrés bimagiques, trimagiques, etc., proposées par M. Tarry, auraient leur raison d'être. Rien de tout cela n'est seulement noté. Il serait nécessaire de mieux se documenter quand on écrit sur des sujets de ce genre.

En dépit de ces critiques, dont M. Riollot pourra faire profit dans une deuxième édition, les personnes qui s'occupent de carrés magiques liront avec plaisir son ouvrage et rendront hommage à son ingéniosité.

C.-A. Laisant,
Examinateur d'admission à l'Ecole Polytechnique.

Simon (M.). — **Methodik der Elementaren Arithmetik in Verbindung mit algebraischer Analysis.** — 1 *vol. de* 108 *pages.* (*Prix*: 4 *fr.*) *B. G. Teubner. Leipzig*, 1907.

Cet opuscule, œuvre d'un praticien de l'enseignement, rappelle l'excellente « Encyklopädie der Elementar-Mathematik » de Weber; comme cette dernière, il est inspiré des idées qui, depuis Weierstrass et Cantor, cherchent à rénover, dans les établissements secondaires allemands, l'enseignement des Mathématiques et plus particulièrement de l'Arithmétique et de l'Algèbre. Il s'adresse avant tout aux professeurs et aux étudiants et établit toute l'importance d'une initiation rationnelle, respectueuse des données de la psychologie. Il montre ensuite que la science des nombres est une et qu'il n'y a pas de cloison étanche entre l'Arithmétique et l'Algèbre. Au contraire, toutes les deux doivent être comprises comme la préparation à la théorie des fonctions, et l'idée directrice de tout enseignement élémentaire est l'acquisition parfaite de la notion de fonction. Il y a quelques pages vigoureuses sur l'étroit formalisme de certain enseignement, sur l'art du calcul qui remplace tout raisonnement, sur la « boutique de formules » en quoi se résume l'Algèbre de certains éducateurs.

Notes et Formules de l'Ingénieur et du Constructeur mécanicien, *publiées par un Comité d'Ingénieurs, sous la direction de* MM. Ch. Vigreux, *Ingénieur des Arts et Manufactures*, Ch. Milandre *et* R. P. Bouquet. — 15e *édition, suivie d'un Vocabulaire technique en français, anglais et allemand.* — 1 *vol. in*-16° *de* 2.000 *pages avec* 1.500 *fig. Prix cartonné*: 12 *fr.* 50. *E. Bernard, éditeur*, 1, *rue de Médicis. Paris*, 1907.

Cette quinzième édition — soigneusement revue et complétée par des chapitres nouveaux, relatifs en particulier à l'Electrochimie, à l'épuration des eaux, à l'automobilisme, etc. — contribuera à maintenir cet ouvrage au premier rang des aide-mémoire que nous possédons en France dans le domaine de l'Art de l'ingénieur.

2° Sciences physiques

Wurtz (H.). — **Les Obturateurs. Achat, essai, usage.** — 1 *vol. in*-16 *de* 112 *pages, avec* 32 *figures.* (*Prix* : 2 *fr.*) *H. Desforges, éditeur. Paris*, 1907.

L'auteur a essayé, dans ce petit livre, de donner aux amateurs des notions pratiques sur le choix et l'usage des obturateurs. Les différentes variétés sont examinées successivement, et les expériences très simples que l'on doit faire pour reconnaître les qualités et les défauts de l'instrument sont décrites en détail. Le photographe pourra ainsi se garder facilement de l'achat d'un mauvais outil, et mieux se servir de celui qu'il a acheté, principalement par la connaissance exacte des temps de pose qu'il emploie. Une place importante a été réservée aux obturateurs de plaque.

Godchot (Marcel), *Préparateur au Laboratoire de Chimie organique de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.* — **Contribution à l'étude des hydrures d'anthracène et de leurs dérivés.** *Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris.* — *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1907.

Le travail de M. Godchot est une application, à l'anthracène, de la belle méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens.

Par des voies différentes, plusieurs auteurs avaient réussi à préparer un certain nombre d'hydrures d'anthracène. En 1868, Græbe et Liebermann ont signalé le dihydrure γ, obtenu par l'action de l'alcool et de l'amalgame de sodium sur l'anthracène; plus tard, Græbe prépara l'hexahydrure $C^{14}H^{16}$ et Lucas le décahydrure $C^{14}H^{20}$ et le perhydrure $C^{14}H^{24}$, en soumettant l'anthracène à l'action de l'acide iodhydrique et du phosphore à 250°. Mais c'était là une méthode pénible, ne produisant que

de faibles quantités de matière, ce qui a rendu difficile l'étude de ces composés.

On sait que la constitution de l'anthracène est celle de deux noyaux benzéniques unis entre eux par l'intermédiaire d'une branche éthanique. Il était curieux de voir si la méthode d'hydrogénation par le nickel donnerait des résultats identiques à ceux qu'avait fournis le benzène. Une difficulté se présentait pour réaliser cette réaction. Pour que l'action hydrogénante soit prépondérante, il est nécessaire de ne pas trop élever la température du nickel divisé, afin d'éviter l'action destructive exercée par le métal sur les hydrures aromatiques. Or, l'anthracène est un corps peu volatil. Il bout vers 350°, et à cette température le nickel divisé n'a aucune action hydrogénante. M. Godchot a vaincu la difficulté. Il a chauffé le nickel vers 260°, et, profitant de la facilité avec laquelle se sublime l'anthracène, il l'a entraîné lentement au moyen de l'hydrogène sur le métal divisé. La réaction hydrogénante a eu lieu; il s'est formé un tétrahydrure d'anthracène. Ce dernier, plus volatil que l'anthracène, a été dirigé à son tour sur un nickel porté à plus basse température (environ 200°); il a fixé quatre atomes d'hydrogène et s'est changé en octohydrure. Enfin, cet octohydrure, qui se sublime vers 80°, a fixé quatre et six atomes d'hydrogène en passant sur du nickel chauffé à 175-180° et s'est transformé en un mélange de dodécahydrure et de perhydrure d'anthracène.

L'hydrogénation complète de l'anthracène a pu être réalisée d'une manière progressive. Ce résultat a été obtenu après de nombreux efforts et quelques insuccès, qui n'ont pas découragé l'auteur de ce travail; il montre, en outre, que la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens est jusqu'à présent la seule qui permette de préparer en grande quantité les différents hydrures d'anthracène, et d'en faire l'étude complète. C'est à cette étude que s'est livré M. Godchot dans les 2e, 3e et 6e chapitres de sa thèse. Les chapitres IV et V sont spécialement consacrés à l'étude des produits d'oxydation de l'octohydrure d'anthracène. Ces produits sont de deux sortes : l'*hexahydroanthrone* et le *dihydro-p-oxanthranol*. L'hexahydroanthrone est une cétone bien caractérisée, fournissant les réactions générales des cétones : oxime, semicarbazone, phénylhydrazone, s'unissant aux aldéhydes aromatiques pour donner des produits de déshydratation et enfin se combinant au réactif de Grignard pour former des alcools tertiaires.

La préparation des différents composés issus de cette cétone constitue la seconde partie importante de la thèse. Par hydrogénation de la cétone (hexahydroanthrone) au moyen du sodium et de l'alcool, l'auteur a obtenu l'alcool secondaire correspondant, l'octohydroanthranol, dont la déshydratation lui a fourni un hexahydrure d'anthracène différent de celui que Græbe et Liebermann avaient obtenu par hydrogénation de l'anthracène au moyen de l'acide iodhydrique et du phosphore à 250°.

L'ensemble de toutes ces recherches constitue un travail très précis et très consciencieux, qui éclaire d'un jour nouveau la question des hydrures d'anthracène. Il montre, en outre, que la méthode d'hydrogénation de MM. Sabatier et Senderens peut s'appliquer sans difficulté aux corps les moins volatils. A. Mailhe,

Chargé de Cours de Chimie
à la Faculté des Sciences de Toulouse.

Fritsch (J.), *Ingénieur-Chimiste, Lauréat de la Société d'Encouragement.* — **Les Huiles et Graisses d'origine animale.** — 1 *vol. in-8 de* 407 *pages avec* 23 *figures. H. Desforges, éditeur. Paris,* 1907.

L'auteur traite d'abord des huiles d'origine animale : huiles de poissons, huile de pieds de bœuf, etc..., puis ensuite des graisses solides : suifs, suifs d'os, lanoline, sur lesquels il donne de multiples renseignements; il décrit les fabrications et les propriétés de ces matières grasses diverses.

Une grosse partie de l'ouvrage, presque la moitié, est consacrée à l'exposé des procédés d'analyse des matières grasses : ces analyses sont, on le sait, difficiles et délicates et les descriptions des meilleures méthodes sont partout recherchées.

M. Fritsch a eu le mérite de collectionner une foule d'informations diverses, de les coordonner et de les présenter au public, qui consultera avec profit tous ces documents intéressants. R. Lezé.

3° Sciences naturelles

Nicholls (Dr H. A. Alford). — **Dominica.** — 1 *plaquette oblongue de* 32 *pages avec fig. et carte. J. Anjo, éditeur. Saint-John, Antigua,* 1907.

Depuis quelques années, on constate, surtout en Angleterre et aux Etats-Unis, un mouvement croissant des touristes vers les Antilles, dont les merveilles naturelles sont bien faites pour attirer les voyageurs. Ce mouvement est entretenu, sinon provoqué, par une série de publications, d'origines diverses, qui ont pour but de faire connaître au grand public les sites les plus intéressants des Indes occidentales.

La brochure que le Dr Nicholls consacre à la Dominique — la plus grande des Antilles anglaises après la Jamaïque et la Trinité — est du nombre. Elle se distingue par son caractère scientifique et les nombreux renseignements d'ordre géographique, géologique, botanique, climatique, hygiénique et agricole qu'elle fournit; une douzaine de reproductions photographiques très réussies montrent les principales curiosités naturelles et les aspects typiques de l'île.

Nous pensons qu'il y a là une indication pour nos colonies voisines de la Martinique et de la Guadeloupe, qui, par des publications autorisées de ce genre, pourraient attirer aussi une partie du grand courant de voyageurs qui se répand maintenant sur tout notre globe.

Mc Alpine (D.), *Government Vegetable Pathologist.* — **The Rusts of Australia.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 349 *pages avec* 55 *planches comprenant* 366 *fig.* (*Prix* : 12 *fr.* 50). *Department of Agriculture, Melbourne,* 1907.

Les besoins de l'agriculture, qui constitue l'une des premières sources de richesse des colonies australiennes, ont amené depuis longtemps la création, dans ces pays, de Services de l'Agriculture, parmi lesquels celui de l'Etat de Victoria se distingue par le zèle infatigable qu'il déploie dans la défense des intérêts dont il a la charge.

Préoccupé des difficultés que rencontraient les viticulteurs du Victoria, il a fait traduire en anglais et répandu parmi eux les principaux ouvrages de nos compatriotes MM. Viala, Ravaz, Foex, Gayon, Roos, Mazade, etc..., et nous ne pouvons qu'être flattés de l'estime en laquelle sont tenus les travaux des œnologistes français.

Son attention s'est trouvée, d'autre part, attirée depuis longtemps sur les fléaux qui menacent la culture du blé et d'autres graines ou fruits, en particulier sur les divers champignons qui produisent la maladie de la rouille. L'importance de ces parasites nous est indiquée par le fait que, dans une mauvaise année comme celle de 1889, ils ont causé dans l'ensemble de la récolte de blé australienne une perte qui s'est chiffrée par 50 à 75.000.000 de francs.

Aussi le Département de l'Agriculture a-t-il demandé à l'un des savants qui lui sont attachés, M. Mc Alpine, chargé spécialement des études de Pathologie végétale, une étude aussi complète que possible sur les diverses « rouilles » qu'on trouve sur le continent australien. L'auteur en a reconnu 161 espèces, dont il donne une description détaillée, avec la liste des plantes auxquelles elles s'attaquent; sur ce nombre, plus de la moitié (90 espèces) sont des *Puccinia*; ensuite, viennent les *Uromyces* (27), les *Aecidium* (15), les *Uredo* (13), etc.

La plupart de ces espèces sont indigènes; une trentaine seulement paraissent avoir été introduites, en particulier la plus pernicieuse d'entre elles, le *Puccinia graminis*, qui s'attaque au blé. M. Mc Alpine a fait une étude spéciale de cette dernière, et il arrive à la conclusion qu'on n'en pourra diminuer les effets qu'en produisant, par des croisements judicieux et une sélection soigneuse, des variétés de blé très résistantes.

L'ouvrage où toutes ces observations sont consignées et illustrées de nombreuses planches, dont plusieurs, très belles, en couleur, fait grand honneur à l'auteur et au Département de l'Agriculture du Victoria.

Bonnier (G.), *Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne.* — **L'Enchaînement des organismes.** — *1 vol. in-8° de 359 pages, avec 576 figures dans le texte, faisant partie de la collection : Histoire naturelle de la France. (Prix : 4 fr.) Les fils d'Emile Deyrolle, éditeurs. Paris*, 1907.

Cette Introduction à l'Histoire naturelle, écrite pour des lecteurs sans connaissances spéciales en Biologie, renferme un exposé succinct de l'organisation et de la physiologie du corps humain, précédant la série animale, et un exposé symétrique de l'organisation, des fonctions et du développement de la Renoncule, précédant la série végétale. Sans s'astreindre à un exposé didactique, l'auteur cherche surtout à faire ressortir les intermédiaires, nombreux plus ou moins gradués, qui établissent d'indiscutables liaisons entre les groupes d'animaux et de végétaux en apparence les plus différents, et de même, au début, entre les deux règnes animal et végétal. Non seulement il y a de nombreuses formes de transition à l'époque actuelle, mais l'histoire du globe apporte un enseignement analogue; tantôt l'évolution organique semble marcher dans une voie de progrès, par étapes plus ou moins rapides, et tantôt elle dessine une rétrogradation qui aboutit à la disparition de certains groupes. Le monde actuel est la résultante de ces alternatives de progression et de régression.

M. Bonnier, sous une forme toujours très attachante, passe ainsi en revue les êtres vivants qui ont peuplé ou peuplent encore le globe, mais il ne parle pas de théories ; il préfère, comme il le dit, laisser la parole aux faits; il constate cependant que tout, dans la Nature, parle d'enchaînement des organismes.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Grasset (J.), *Professeur de Clinique médicale à l'Université de Montpellier.* — **Demi-fous et demi-responsables.** — *1 vol. in-8° de 300 pages, de la Bibliothèque de Philosophie contemporaine. (Prix : 5 fr.) Félix Alcan, éditeur, Paris*, 1907.

Tous les problèmes sociaux que suscite la folie sont encore loin d'avoir reçu une solution.

Depuis plus d'un siècle cependant, la société reconnaît que les fous sont des malades; elle sait qu'elle a des droits et des devoirs envers eux. La loi reconnaît leur existence; les magistrats reconnaissent leur irresponsabilité. On ne punit plus ces malades; tout en se préservant de leurs méfaits, on s'efforce de pourvoir à leur assistance et à leur traitement.

Mais peut-on diviser l'humanité en deux catégories distinctes : d'une part, des *fous, irresponsables*; d'autre part, des individus *raisonnables*, jouissant de toute leur *responsabilité*? — Non, — et c'est ce que s'efforce de démontrer le professeur de Montpellier : entre le bloc des fous qu'on enferme et celui des raisonnables qui enferment, il y a place pour un troisième groupe : ce sont les *demi-fous* de M. Grasset.

Ces demi-fous sont bien difficiles à reconnaître : ce ne sont pas des aliénés à proprement parler, et cependant ce ne sont pas des hommes normaux.

Si le demi-fou commet un crime ou un délit, il est impossible de le considérer comme tout à fait responsable de son acte et de le traiter comme un criminel vulgaire. Mais, d'autre part, le demi-fou n'est pas dépourvu de toute responsabilité; il faut bien une sanction pénale à ses crimes ou délits. La Société est donc dans la nécessité de se garantir contre ses excès, mais surtout elle a le devoir de le soigner. Elle peut lui infliger une punition partielle et relative, mais elle doit aussi lui prodiguer les ressources de la thérapeutique mentale.

On voit apparaître ici la très grave question de la *responsabilité atténuée*, question en litige depuis longtemps et sur laquelle les discussions philosophiques s'exerceront longtemps encore. Pour aboutir à un résultat, il importe de l'envisager au point de vue pratique, et particulièrement *au point de vue médical.*

Or, d'après M. Grasset, l'opinion médicale qu'on peut se faire de la responsabilité permet d'admettre, impose même, la responsabilité atténuée, avec cette conséquence : quand un demi-fou est devenu nuisible, la société n'a pas le droit de l'emprisonner comme un sujet raisonnable, mais elle a le droit de le mettre hors d'état de nuire, tout en le traitant médicalement. Elle ne doit pas le détenir dans une *prison*, mais elle a le devoir de l'isoler dans un *asile spécial.*

La notion de la demi-responsabilité et de la responsabilité atténuée doit donc être comprise scientifiquement; son utilité s'affirme de plus en plus dans les préoccupations des criminalistes contemporains ; ceux-ci tendent à rejeter le système des pénalités tarifées pour tel ou tel acte délictueux et à subordonner le jugement à la qualité psychique de l'individu : c'est ce que l'on appelle l'*individualisation de la peine.*

Cette individualisation est nécessaire quand il s'agit des demi-fous, et il importe que la loi n'ignore plus les demi-fous, ni les demi-responsables. En tête des réformes de la loi de 1838 sur les maladies psychiques, M. Grasset demande qu'on inscrive la reconnaissance par le code des demi-fous et de la demi-responsabilité.

Les médecins, les juristes, les sociologues et les philosophes liront avec un vif intérêt le livre de M. Grasset.

Il suscitera, sans doute, bien des discussions et des critiques. Car si, scientifiquement, le principe de la demi-folie, et, corollairement, de la demi-responsabilité, est étayé sur des faits d'observation incontestables, les conséquences sociales et surtout l'application pratique de ces notions psychiatriques soulèvent des difficultés de toutes sortes. Ce n'est pas une raison pour s'en désintéresser. Au contraire, chacun doit travailler à l'amélioration de la vie sociale, surtout lorsqu'il s'agit d'amender le sort des malades du corps ou de l'esprit, tout en protégeant la société contre les dangers qu'ils peuvent lui causer.

Pour sa part, M. Grasset a fait, avec un livre qui fera penser, son devoir de bon médecin et de bon citoyen.

Dr Henry Meige.

Lagrave (Dr Coste de). — **Hygiène alimentaire du tuberculeux.** — *1 vol. in-8° de 466 pages. (Prix : 3 fr. 50.) Maloine, éditeur. Paris*, 1907.

Il est inutile d'insister une fois de plus sur le rôle important d'une alimentation rationnelle dans la cure de la tuberculose pulmonaire. Dans l'idée qu'un tuberculeux qui saurait se nourrir d'une façon convenable mettra de son côté toutes les chances de guérison, M. Coste de Lagrave a écrit un livre destiné au malade lui-même, au tuberculeux.

Rédigé d'une façon claire, mais gardant toujours une allure scientifique, ce livre contient une classification des aliments suivant leur facilité à être digérés et suivant leur effet utile, des indications relatives à la distribution des repas, à leur préparation, etc. Les détails dans lesquels entre l'auteur au sujet des questions qu'il traite ne manquent pas d'intérêt et seront lus avec profit non seulement par le malade, mais aussi par le médecin.

5° Sciences diverses

Loth (Gaston), *Docteur ès Lettres, Directeur du Collège Alaoui.* — **La Tunisie et l'œuvre du Protectorat français.** — 1 *vol. in-8° de* 282 *pages, avec nombreuses photogravures et graphiques.* (*Prix : 4 fr.*) *Delagrave, éditeur. Paris,* 1907.

Sous ce titre, M. G. Loth, que les lecteurs de la *Revue* connaissent bien, et qui a donné ailleurs, entre autres publications, une « Histoire de la Tunisie » et une savante étude sur « le Peuplement italien en Algérie et en Tunisie », vient de faire paraître une monographie complète de la Régence. Quoique destiné à la vulgarisation, l'ouvrage présente une grande valeur scientifique, car la matière en est tirée, à la fois des observations ou études de l'auteur, et des notices, des statistiques, des cartes et des plans, déjà nombreux, que publient les différents Services du Protectorat. Coïncidant avec le moment où le pays, en pleine organisation maintenant, sort déjà de l'âge purement agricole, et mettant surtout en valeur les résultats acquis aux divers points de vue de l'administration, du peuplement, de l'utilisation du sol, des travaux publics et de l'outillage économique, ce livre apparaît comme un monument impartial élevé à la grandeur de l'œuvre que la France poursuit en Tunisie depuis vingt-cinq ans.

Après une description géographique justement fondée sur la répartition des pluies, l'auteur donne une vue d'ensemble historique, de laquelle il ressort que le fond de la population est resté berbère, et que la décadence de la Tunisie n'a commencé qu'avec la conquête turque de Kheïr-Eddine (1534). Il expose ensuite : les débuts de la prépondérance française, principalement depuis l'établissement des consuls, en 1577; le mécanisme du protectorat, et, parmi ses rouages les plus actifs, l'organisation du secrétariat général et des contrôles civils; le fonctionnement des finances et des douanes; enfin l'œuvre accomplie en matière d'enseignement.

Le tableau qu'il nous présente de la situation administrative actuelle de la Tunisie nous la fait connaître complètement et nous renseigne aussi d'une façon précise sur l'état économique du pays. La *Direction des Travaux publics* a pris à sa charge tout ce qui concerne la voirie (routes de jonction avec l'Algérie, etc.), la recherche et l'utilisation des eaux, l'exploitation forestière, la prospection des métaux, l'exploitation de toutes les mines et des carrières en terres domaniales (phosphates de Gafsa), la pêche marine, la concession des travaux des ports aux Compagnies. La *Direction de l'Agriculture*, créée en 1890, est dotée de tous les services qui lui permettent une « enquête permanente » sur l'état et les besoins agricoles du pays; mais c'est elle aussi qui s'occupe du peuplement, en prononçant les incorporations au domaine, en procédant à l'aliénation des terres à titres divers. 634.000 hectares, répartis en 1.760 propriétés, sont aujourd'hui aux mains des Français, contre 75.000 hectares seulement aliénés à des Italiens; et ces résultats sont bien de nature à accroître un courant d'immigration qui a déjà porté la proportion de nos compatriotes établis en Tunisie au tiers des étrangers (30 à 35.000, contre 100.000), au lieu de 1/100 en 1881. Le Service topographique des Travaux publics publie une carte à 1/50.000 des terres concédées, qui doit constituer un document de premier ordre pour la géographie coloniale de la Régence. — On peut dire que ce sont ces résultats de peuplement qui ont, au premier chef, décidé de la prospérité du pays tout entier; mais il faut tenir grand compte aussi des travaux exécutés dans les ports par les deux compagnies concessionnaires des travaux de Bizerte et de Tunis-Sousse-Sfax et par les Compagnies de chemins de fer. En ajoutant à la ligne à voie large Medjerdah-Tunis (Compagnie Bône-Guelma), le réseau tunisien a voie étroite, dont Sousse est actuellement le principal centre, on arrive au total de 1.160 kilomètres de rails, qui ont déjà porté la vie en bien des régions[1]. Ainsi se justifient, et la forte dépense de 110 millions déjà faite pour les chemins de fer, et les nouveaux emprunts qui vont permettre de relier Sousse et Kairouan aux gisements de phosphates d'Aïn-Moularès, Sousse à Sfax, et, dans le Nord, à travers les massifs de la Kroumirie, Mateur à Tabarca et à Nebeul. — Le *Service Postal*, organisé en 1888, a de même sensiblement contribué à l'essor économique, car il assure non seulement les transports normaux de poste à l'intérieur et vers la France, mais encore la circulation des colis postaux, et même celle des voyageurs entre Sousse et Sfax.

Il faut savoir à M. Loth un gré particulier de nous avoir donné l'analyse détaillée des forces productives de la Régence. — A côté des phosphates, dont l'exportation a dépassé maintenant neuf millions de francs, et s'accroîtra encore beaucoup, quand les rails auront permis la mise en valeur des gisements de Kalaat-Senane, Kalaat-Djerda, Redeyef et Aïn-Moularès, ce sont les mines de plomb et de zinc qui constituent la grande richesse minérale; 30 sociétés ont déjà obtenu des concessions pour ces mines, dont les plus importantes sont celles du Djebel-Reças. L'exploitation du fer, qui date de 1900 en Kroumirie, est montée, depuis lors, de 171.000 à 522.000 tonnes. — Sur 500.000 hectares de futaies, les 100.000 hectares exploités et peuplés en chênes-liège et zéens se trouvent en Kroumirie (Feïdja, Aïn-Draham), et dans quelques points de la Zeugitane; malgré les imperfections de l'aménagement, les recettes atteignent le double des dépenses. — La pêche côtière fournit surtout des thons, et la moitié presque du total sont capturés dans les madragues de Sidi-Daoud (golfe de Tunis). — Parmi les cultures, l'auteur insiste avec raison sur celle de la vigne, qui occupe déjà 16.000 hectares dans le Nord, et particulièrement sur celle de l'olivier (p. 177 et suiv.); les débris des immenses bois, en partie reconstitués, qui s'étendaient au temps de la domination romaine de Sousse et de Sfax aux montagnes de Tebessa et du Kef, et vers le Sud-Ouest jusqu'au Djerid, suffisent à classer la Tunisie comme premier pays oléicole. L'ensemble des plantations, très serrées dans le Nord, établies dans le Sud en rangées et plants espacés, donne jusqu'à 300.000 kilogs d'huile annuellement; sur 9.500.000 arbres, environ 4 millions sont dans le Sahel de Sousse; mais c'est autour de Sfax que la culture et l'huilerie sont le plus perfectionnées. Des efforts très sérieux portent actuellement sur les fruits et les primeurs. L'importance du troupeau est relativement faible, malgré le rôle des prairies naturelles du Nord et des herbes du haut Tell et des steppes.

Enfin, l'accroissement du commerce date surtout de la loi de 1890, qui a jeté les premières bases de l'union douanière avec la France : les importations sont encore les plus considérables (plus de 83 millions de francs en 1904), comme il est naturel pour un pays dont l'outillage économique n'est pas complet; aux exportations (77 millions de francs en 1904), les produits du sous-sol (phosphates et métaux), des pêcheries et des forêts ont, depuis 1901, égalé les produits agricoles; les échanges avec la France dépassent la moitié du total.

Les derniers chapitres du livre contiennent une description régionale très vivante et très imagée de la Tunisie. On y voit ressortir la transformation rapide des villes et de leur banlieue, transformation qui a gagné jusqu'aux « perles du Sahel »; et aussi le grand développement possible, sur presque toute la côte, des cultures de primeurs et de fleurs, et des stations d'hivernage, rivales futures de la Côte d'Azur.

J. Machat,
Docteur ès lettres,
Professeur au Lycée de Bourges.

[1] L'Algérie n'a que 2.878 kilomètres de chemins de fer, y compris ceux d'intérêt local.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 22 Juillet 1907.

1° Sciences physiques. — M. **G. Lippmann** signale un phénomène analogue à celui de la caléfaction qui se produit quand on chauffe au-dessus de 100° une lame de verre sur laquelle on a coulé une lame de plâtre. — M. **E. Bouty** a déterminé la cohésion diélectrique de l'hélium pur, qui est égale à 18,3; l'addition de 1 °/₀ d'air la porte à 2 1/2 fois sa valeur. — M. **C. Tissot** a reconnu que l'intensité du courant continu qui résulte de l'action des ondes électriques sur le détecteur électrolytique est proportionnelle au carré de l'amplitude des oscillations dans l'antenne réceptrice. — MM. **A. Cotton** et **H. Mouton** ont retrouvé, plus ou moins marquée, la propriété de la biréfringence magnétique dans la plupart des composés liquides de la série aromatique; elle fait défaut dans ceux de la série grasse. — M. **A. de Gramont** a photographié les spectres complets de deux minéraux : la galène et l'argyrite. Ces spectres décèlent la présence d'Ag, Cu, Sn, Fe, Ca et Mg; dans la galène, on trouve encore Sb et Bi; dans l'argyrite, Pb et Zn. — MM. **G. Dreyer** et **O. Hanssen** ont constaté que les albumines se coagulent sous l'action d'un éclairage intense et prolongé; cet effet est dû avant tout aux rayons ultraviolets. La vitelline se coagule aussi à l'éclairement du radium. — M. **E. Rengade** a déterminé les chaleurs de formation des protoxydes alcalins : $Na^2O = 97,7$ cal.; $K^2O = 84,8$ cal.; $Rb^2O = 82,4$ cal.; $Cs^2O = 91,5$ cal. — MM. **A. Pictet** et **G. Karl**, en dissolvant l'anhydride azotique dans l'anhydride sulfurique en fusion et distillant le produit de la réaction, ont obtenu un anhydride mixte, le tétra-sulfate d'azotyle $O(SO^2.O.SO^2.O.AzO^2)^2$, F. 124°-125°. — M. **Binet du Jassoneix** a constaté que le bore donne avec le nickel et le cobalt, outre les composés Ni Bo et Co Bo décrits par M. Moissan, les composés Ni^2Bo et Co^2Bo, $NiBo^2$ et $CoBo^2$, ces derniers représentant la limite supérieure de la combinaison directe des éléments. — MM. **P. Lebeau** et **A. Novitzky**, par union directe du silicium et du platine, ont obtenu un composé SiPt, cristallisé, à propriétés chimiques assez voisines de celles du Pt, mais plus oxydable. — M. **F. Bourion** montre que l'emploi simultané de S^4Cl^2 et de HBr gazeux fournit un moyen commode de préparation des bromures fixes anhydres ($ThBr^4$, $CrBr^3$, $CoBr^2$, $CeBr^3$, etc.) à partir de leurs oxydes. — M. **Em. Vigouroux** a constaté que, pour les teneurs en Sn variant de 40 à 50 °/₀, les bronzes à base de nickel abandonnent, par des traitements appropriés, des corps de composition identique répondant à la formule Ni^3Sn^2. — MM. **E. Briner** et **E. Durand** ont étudié l'action de l'étincelle électrique sur le mélange azote-oxygène aux basses températures; il semble se former tout d'abord AzO, qui est oxydé successivement en Az^2O^3, puis AzO^2. — M. **A. Colson** a observé certaines discontinuités dans les conductibilités moléculaires des sulfates chromiques dissous. — MM. **L. Lindet** et **L. Ammann** : Pouvoir rotatoire des protéines extraites des farines de céréales par l'alcool aqueux (voir p. 647). — MM. **Ph. Barbier** et **V. Grignard**, en faisant réagir CO^2 sur les dérivés organo-magnésiens du dichlorhydrate de dipentène, ont obtenu, entre autres, l'acide menthane-dicarbonique-1 : 8, sous formes *cis* et *trans*. La distillation de l'anhydride de l'acide *cis* donne une cétone, la triméthyl-1 : 3 : 3-bicyclo-1 : 7 : 8 : 4-hexénone-5 : 2, Eb. 93°-95° sous 13 millimètres. — M. **V. Martinand** montre que l'origine principale des dépôts de la matière colorante des vins rouges réside dans l'oxydation directe des polyphénols du vin par deux diastases oxydantes, dont l'une se forme dans la culture du *Botrytis cinerea*. — M. **W. Mestrezat** a décelé la présence d'acide malique dans les moûts d'Aramon, de Carignane, de Clairette; il disparaît en partie dans la fermentation alcoolique. — MM. **A. Fernbach** et **J. Wolff** montrent que le mécanisme de la liquéfaction diastasique des empois est soumis aux mêmes influences que celui de leur liquéfaction sous pression. — M. **M. Yégounow** propose l'emploi des organismes vivants comme réactifs pour certaines expériences, par exemple celles de diffusion. — M. **C. Gerber** a reconnu que la présure des Rubiacées est intermédiaire entre la présure des Crucifères et la présure animale. Comme la première, à haute température, elle coagule mieux le lait de vache bouilli que le lait cru; comme la seconde, au-dessous de 40°, elle fait l'inverse.

2° Sciences naturelles. — M. **C. Fleig** a constaté que les injections intra-veineuses de fer insoluble, en suspension dans un sérum à minéralisation complexe, non seulement ne produisent aucun effet nocif, mais constituent un excellent moyen d'agir sur la nutrition générale et sur la nutrition spéciale du système hématopoïétique. — MM. **A. Rodet** et **G. Vallet** ont reconnu qu'au cours de l'infection par le *Trypanosoma Brucei* la rate détruit activement les parasites qu'elle retient; la phagocytose n'intervient que comme facteur secondaire de cette destruction, qui résulte surtout d'une trypanolyse extra-cellulaire. — MM. **A. Malaquin** et **A. Dehorne** montrent que la caroncule ou organe nucal du *Notopygos labiatus* résulte de la fusion de deux branchies céphaliques transformées. — M. **F. Vles** divise les Mollusques reptateurs, au point de vue des ondes pédieuses, en deux grands groupes : 1° ceux dont les ondes se déplacent dans le même sens que l'animal (ondes directes); 2° ceux dont les ondes se déplacent en sens inverse de l'animal (ondes rétrogrades). — M. **Y. Delage** a constaté que la présence de l'O n'est pas nécessaire au déterminisme de la parthénogenèse chez les Astéries; elle est même nuisible. L'hypertonie des solutions n'est nullement nécessaire chez les Astéries; elle peut être utile chez les Oursins. La présence d'ions divalents n'est pas non plus nécessaire. La condition essentielle de la parthénogenèse chez les Oursins consiste dans le traitement des œufs par une solution d'abord acide, puis alcaline. — M. **Aug. Chevalier** décrit un nouveau genre de Sapotacées de l'Afrique occidentale, dont une espèce, le *Dumoria Heckeli*, possède des graines fournissant une matière grasse comestible. — MM. **Costantin** et **Bois** ont revisé les espèces du genre *Pachypodium*, arbres ou arbustes épineux, à tissus très mous, répandus à Madagascar. — M. **A. Guilliermond** a étudié l'origine des granulations métachromatiques des graines de Graminées et l'évolution, pendant la germination, de la partie épidermique du cotylédon, considérée comme le siège de la sécrétion des diastases agissant sur l'albumen. — MM. **H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie** ont observé un nouveau champignon, trouvé dans un nid, récemment abandonné, de termites de l'espèce sylvicole, à Madagascar. Il paraît se rattacher aux *Xylaria*. — M. **A. Ricco** a étudié l'activité de l'Etna depuis 1759; la moyenne de l'intervalle des grandes éruptions est d'environ cinq ans sept mois. Toutefois, les deux dernières éruptions ont été séparées par un repos de quinze ans.

Séance du 29 Juillet 1907.

M. E. C. **Pickering** est élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, en remplacement de M. Rayet, décédé.

1° Sciences mathématiques. — M. **de Séguier** simplifie la théorie de M. Schur sur les représentations linéaires homogènes des groupes finis. — M. **Chazy** présente ses recherches sur les équations différentielles du troisième ordre à points critiques fixes. — M. **R. Garnier** a obtenu des résultats semblables à ceux du précédent auteur en étudiant les équations différentielles du troisième ordre dont l'intégrale est uniforme. — M. **J. Massau** communique ses recherches sur la représentation des équations entières de degrés quelconques par des abaques. — M. **F. Schrader** a déterminé l'altitude du sommet de l'Aconcagua au moyen d'une base établie en pleine montagne par la méthode stadimétrique. La moyenne des résultats obtenus est de 6.953 mètres.

2° Sciences physiques. — M. **H. Bourget** montre que la théorie de la propagation de la lumière dans un milieu hétérogène permet de conclure directement à la non-existence de la polarisation, sans faire intervenir la réflexion. — M. **L. Bloch** rappelle qu'il a obtenu antérieurement plusieurs résultats énoncés par M. de Broglie dans l'étude de l'ionisation par barbotage. — M. **D. Berthelot** a constaté que, pour des pressions inférieures à 2 et même à 1 atm., la variation de pv n'est pas une fonction linéaire de la pression pour les gaz très compressibles; de plus, dans ces limites de pression, la variation de pv est fonction linéaire de la densité r. — M. **J. Guinchant** a déterminé, au moyen d'un électrocalorimètre nouveau, la chaleur latente de fusion de l'azotate d'argent; elle a été trouvée égale à 17,9 cal. — M. **E. Baud** montre que l'acide orthoarsénique ne paraît exister qu'en solution. Lorsque celle-ci cristallise, elle abandonne l'hydrate d'acide pyroarsénique qui, en s'effleurissant vers 15° sur l'acide sulfurique, donne l'acide pyroarsénique. — M. **E. Jungfleisch** a étudié l'oxydation directe du phosphore dans l'oxygène à faible pression (18 à 20 millimètres); il se forme de l'anhydride phosphoreux P^2O^3, spontanément inflammable à l'air, et un corps jaune transformable en sous-oxyde P^4O. — M. **L. Guillet** a étudié quatre aciers au tantale peu carburés; ils ne présentent aucune propriété spéciale. — Le même auteur signale qu'il emploie depuis six ans la méthode préconisée par M. Chabrié pour l'obtention de températures élevées. — M. **E. Bœdtker**, en faisant réagir les dérivés organomagnésiens sur la benzylidènementhone, a obtenu le menthoéthylphénylméthane, F. 83°-84°, et le menthodiphénylméthane, F. 139°-140°. — M. **T. Klobb** a retiré du *Linaria vulgaris* deux glucosides, la linarine et la pectolinarine, qui ne diffèrent que par de l'eau de constitution. Ils sont hydrolysés en donnant tous deux un sucre réducteur et un mélange de deux corps cristallisés, le phénol linarique et le phénol anhydrolinarique, différant également par de l'eau de constitution. — M. **F. Maignon** a constaté que le taux du glycogène musculaire est très variable suivant les époques de l'année; il passe par un maximum vers février et mars, et par un minimum en été, au moment des fortes chaleurs. — M. **Al. Hébert** a étudié la toxicité relative des sels de Cr, Al et Mg vis-à-vis des organismes et des ferments; ils se rangent dans l'ordre ci-dessus. — M. **G. Bertrand** classe les acides en deux groupes au point de vue de leur action sur la laccase : les uns sont doués d'une action paralysante considérable (H^2SO^4, HCl, ac. formique, acétique, benzoïque, lactique, etc.); les autres ont peu ou pas d'effet (ac. borique, CO^2, citrates monoacides, phosphates biacides). — MM. **E. Kayser** et **H. Marchand**, en accoutumant les levures aux sels de manganèse, ont obtenu des fermentations plus complètes des jus de raisins sucrés, faisant disparaître le lévulose et donnant des vins de meilleure conservation. — M. **E. Manceau** estime que la maladie du bleu des vins de Champagne n'est pas due à une cause unique, mais provient tantôt de précipités chimiques, tantôt de l'action des microbes. — MM. **Ch. Porcher** et **Ch. Hervieux** ont étudié le chromogène urinaire faisant suite à l'administration d'acide indolcarbonique; ce n'est pas un dérivé indoxylique. Le groupe CO^2 de l'acide est donc très stable.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Calmette** montre les grands avantages de l'ophtalmo-réaction à la tuberculine, plus sûre que la cuti-réaction; elle permet le diagnostic précoce de la maladie, et celui de la guérison chez les tuberculeux. — M. **A. Laveran** a reconnu que le trypanosome du mal de la Zousfana et de El Debat est vraisemblablement le *Tr. soudanense*. — MM. **A. Laveran** et **Thiroux** critiquent les conclusions de MM. Rodet et Vallet sur le rôle destructeur de la rate à l'égard des trypanosomes, rôle qu'ils n'ont pas pu constater. — MM. **J. Chevalier** et **A. Goris** ont étudié l'action pharmacodynamique de la kolatine. Son action est nulle sur la contractilité musculaire. Chez les animaux à sang chaud, l'injection intra-veineuse détermine un léger ralentissement des contractions cardiaques, une augmentation de leur énergie et une légère augmentation de la pression sanguine. — M. **P. Fortin** décrit quelques expériences de vision entoptique qui peuvent être réalisées facilement à l'aide de la lumière des vapeurs de mercure. — M. **J. Pellegrin** a étudié l'incubation buccale chez l'*Arius fissus*. C'est le mâle qui se charge du soin des œufs et des jeunes; le nombre des œufs couvés varie de 10 à 20; pendant toute la durée de l'incubation, le mâle est condamné à un jeûne absolu. — M. **Aug. Chevalier** a trouvé dans la haute Sassandra un caféier nain qu'il nomme *Coffea humilis*. Il croît dans les parties les plus ombreuses des forêts: son rendement est très faible. — M. **J. Dareste de la Chavanne** a découvert, dans le bassin de la Seybouse, une formation sulfo-gypseuse qui peut être considérée comme l'équivalent de la formation sulfo-gypseuse de Licata (Sicile). — M. **H. E. Sauvage** a étudié les restes de Poissons trouvés dans la formation précédente. Ce sont des Cichlidés du genre *Palæchromis*.

Séance du 5 Août 1907.

M. Lacroix annonce à l'Académie le décès de M. **J. F. C. Klein**, correspondant pour la Section de Minéralogie.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Poincaré** présente un Rapport sur les travaux de la Mission géodésique de l'Equateur, qui se sont heureusement terminés en mai 1906.

2° Sciences physiques. — M. **P. Lemoult** a déterminé les chaleurs de combustion (310 cal. à volume constant, 311,2 cal. à pression constante) et de formation (— 5,8 cal.) du phosphure d'hydrogène gazeux. — M. **Em. Vigouroux** rappelle qu'il a préparé, antérieurement à MM. Lebeau et Novitzky, le siliciure de platine SiPt; celui-ci peut se former par union directe, à condition qu'il y ait excès de Si. L'Al tend à le dissocier, Cu à lui prendre son Si. — M. **P. Gaubert** a reconnu que le nitrate d'urée est monoclinique; c'est par une association suivant un plan perpendiculaire à la base que l'on a des groupements à symétrie rhombique. Cette macle présente le fait curieux de ne pas être mise en évidence par les propriétés optiques. — MM. **G. Dreyer** et **O. Hanssen** ont observé que les rayons ultra-violets retenus par le verre ont le pouvoir de dissoudre les hématies; après un temps d'induction plus ou moins long, elles se gonflent, perdent peu à peu leur matière colorante et finissent par s'évanouir comme des ombres; leur décroissance peut s'exprimer par une formule monomoléculaire. — M. **M. Javillier** rappelle ses recherches, antérieures à celles de M. Gerber, sur la présure des Crucifères et sur celles d'un grand nombre de plantes (140); toutes ces présures ne sont pas identiques; de plus, elles se trouvent en solution dans des sucs de composition variable.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 30 Juillet 1907.

M. F. **Raymond** présente le Rapport sur le concours pour le Prix Herpin (de Genève). — M. F. **Widal** communique un Rapport sur un Mémoire de M. G. **Rosenthal** relatif à *l'adaptation à la vie aérienne (aérobisation) des microbes anaérobies stricts.* L'auteur a réalisé l'aérobisation par plusieurs procédés : culture en gamme ascendante en pression ; cultures en tubes profonds à colonne de liquide progressivement descendante ; délanolisation et vieillissement ; cultures en tubes Liborius en gélatine. L'anaérobie ainsi traité évolue en trois étapes : la première, de conservation intégrale des fonctions chimiques, biologiques et pathogènes ; la seconde, de disparition progressive des fonctions en culture aérobie, avec possibilité de régénération de toutes les fonctions dans les tubes anaérobies ; la troisième, de perte définitive de toutes les fonctions en tubes aérobies ou anaérobies. — M. S. **Pozzi** présente un Rapport sur un Mémoire du Dr **de Keating-Hart** concernant *l'action des courants de haute fréquence et de haute tension dans le traitement des cancers.* Les observations rapportées montrent que l'étincelle de haute fréquence et de haute tension est hémostatique et antidouloureuse et paraît avoir une action modificatrice spéciale et immédiate sur le tissu cancéreux ; en outre, elle est éliminatrice et rapidement cicatrisante. Les effets de cette étincelle ne se propagent pas au loin ; aussi l'application doit-elle être précédée dans certains cas d'une exérèse chirurgicale. — M. le Dr **Picqué** donne lecture d'un travail sur un cas de décortication pulmonaire.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 20 Juillet 1907.

M. L. **Camus** a constaté que l'injection, dans le sang, de corps insolubles et de petit volume, qui ne seraient pas nocifs de par leur constitution physique, devient particulièrement dangereuse quand ils sont fortement imprégnés de fibrin-ferment. — M. N. **Gréhant** emploie l'eudiomètre-grisoumètre à l'analyse et au dosage des gaz combustibles. — M. L. **Camus** montre que l'extrait aqueux de pulpe vaccinale est coagulant *in vitro* et anticoagulant *in vivo*. — M. Ed. **Retterer** déduit de ses recherches sur les Singes que le fibrocartilage externe du genou des Vertébrés supérieurs présente une forme et des connexions qui sont en rapport avec les conditions organiques et le genre de vie de l'animal. — M. P. **Godin** signale deux cas de « fécondation retardée » chez le cobaye. — M. A. **Laveran** a découvert chez des Macroscinques une hémogrégarine nouvelle, qu'il décrit sous le nom d'*H. macroscinci*. — M. A. **Branca** a étudié la morphogenèse du diamant du poulet, qui s'effectue en cinq étapes principales : stades de l'épaississement ectodermique, de la couche granuleuse, des fibrilles épidermiques, du cône corné et de la lame cornée. — MM. **Moussu** et **Monvoisin** ont constaté que, chez les vaches tuberculeuses, il y a modification de la composition chimique du lait et diminution de la valeur nutritive, même chez celles qui n'ont pas de lésions de la mamelle. — M. Ch. **Soyer** communique quelques observations cytologiques relatives à l'ovogenèse chez les Insectes. — MM. F. **Tourneux** et A. **Soulié** déduisent de leurs observations sur l'embryon de la taupe et de l'homme qu'il existe chez les Mammifères six arcs et six fentes branchiales, les deux dernières fentes pouvant n'être représentées que par leur poche endodermique. — MM. P. **Verdun** et L. **Bruyant** ont observé la présence d'amibes dans le pus de deux abcès de la région malaire chez un jeune homme. — M. R. **Turro** montre que les agressines injectées à l'organisme affaiblissent les défenses organiques et augmentent la virulence des bacilles injectés postérieurement. — MM. B. **Weill-Hallé** et H. **Lemaire** ont constaté que l'injection simultanée de sérum de cheval et d'un antisérum empêche généralement la formation de précipitine par le premier. — M. Ch. **Dhéré** a étudié les spectres d'absorption ultra-violets des globulines ; ils ne permettent pas de les distinguer des albumines. — M. Ch.-A. **François-Franck** présente des recherches sur le fonctionnement du poumon et des organes respiratoires externes chez le Lézard ocellé. — M. P. **Wintrebert** a reconnu que l'ablation de la membrane operculaire et la sortie prématurée des pattes antérieures ne hâtent pas le moment où la métamorphose s'accomplit chez les Batraciens anoures. — MM. H. **Labbé** et G. **Vitry** ont observé que l'élimination de l'indican urinaire ne diffère pas beaucoup de la normale dans certains états pathologiques (cirrhose, entérite). — MM. A. **Gilbert** et M. **Herscher** ont constaté que, dans la colique de plomb, le volume du foie est diminué et la polycholie est accusée. — M. E. **Brumpt** montre que le *Trypanosoma inopinatum* se transmet de la mère à l'embryon chez les Sangsues et de celui-ci à ses rejetons sans le passage par un hôte vertébré. — M. A. **Sartory** a observé un certain polymorphisme dans l'appareil végétatif du muguet : cellules-levures, filaments mycéliens, chlamydospores, endoconidies, ascospores. — MM. A. **Jousset** et J. **Troisier** ont étudié les épanchements lactescents au point de vue cytologique. Les cellules endothéliales et les polynucléaires sont remplis de granulations et de gouttelettes graisseuses. — MM. L. **Hallion** et H. **Nepper** ont reconnu que la bile exerce dans le rectum un effet excito-moteur local, utilisable en thérapeutique. — M. A. **Mayer** a étudié au moyen de l'ultra-microscope la précipitation des colloïdes inorganiques et organiques par les électrolytes et leur coagulation par la chaleur. — M. C. **Delezenne** montre que le processus de l'activation du lab pancréatique est sous la dépendance presque exclusive des sels de calcium, qui jouent un rôle véritablement spécifique. — M. C. **Fleig** a reconnu que la diurèse liquide totale sous l'influence respective du lactose et du glucose est à peu près la même ; par contre, le lactose s'élimine presque en totalité, tandis qu'on ne retrouve que le huitième environ du glucose. — M. Alb. **Berthelot** a observé que la phytine paraît constituer pour les végétaux inférieurs une source de phosphore très facilement assimilable. — MM. A. **Netter** et L. **Ribadeau-Dumas** ont constaté que la toxicité des moules de Calais, ayant produit des intoxications à forme paralytique, a progressivement disparu, sans qu'on ait pu trouver l'origine exacte de cette toxicité. — MM. L. **Garrelon** et J.-P. **Langlois** montrent que le refroidissement du sang irriguant le bulbe pendant la polypnée thermique produit une accélération manifeste du rythme polypnéique ; la section des pneumogastriques empêche cette accélération. — MM. P. **Ancel** et F. **Villemin** ont reconnu que la rupture de la vésicule de de Graaf ne se fait pas au moment des règles, mais une douzaine de jours auparavant ; ce n'est donc pas le développement de cette vésicule qui est la cause de la menstruation.

Séance du 27 Juillet 1907.

MM. L. **Camus** et E. **Gley** ont reconnu que le suc sécrété par la prostate interne du hérisson est extrêmement toxique pour le lapin. — M. Ch. **Aubertin** a observé à plusieurs reprises de l'hypertrophie cardiaque sans lésions rénales notables dans l'intoxication alcoolique expérimentale. — M. E. **Gley** a observé aussi de l'hypertrophie du cœur au cours d'expériences d'immunisation contre divers sérums toxiques. — M. J. **Jolly** a constaté une diminution progressive du diamètre des hématies au cours du développement. — M. L. **Camus** montre qu'avec de très petites quantités de vaccin on peut obtenir très facilement et très rapidement, par la méthode de Nicloux, l'indication de la proportion de glycérine. — M. C. **Nicolle** a découvert,

chez le *Ctenodactylus gondi*, un hématozoaire endoglobulaire qu'il décrit sous le nom de *Piroplasma quadrigeminum*. — M. A. **Guilliermond** pense que les granulations métachromatiques des Graminées sont constituées d'un mélange de protéine et d'une substance métachromatique voisine de la volutine. — MM. **Galesesco** et **A. Slatinéano** ont examiné le sang et le liquide céphalo-rachidien dans la pellagre; le premier montre une augmentation des grands mononucléaires; le second est toujours limpide. — M. **A. Slatinéano** a pratiqué la cuti-réaction sur trois lots de tuberculeux avec un résultat nul. — Mlle **Frison** et M. **M. Nicloux** ont constaté que la quantité de chloroforme fixée par la substance blanche et par la substance grise du cerveau au moment de la mort est proportionnelle à la quantité d'extrait chloroformé (graisses et autres) qu'elles contiennent. — MM. **Cl. Gautier** et **Ch. Hervieux** ont observé la présence d'indol dans le gros intestin du chien au cours du jeûne. — Mme **Z. Gatin-Gruzewska**, en faisant agir H^2O^2 sur le glycogène, a obtenu une dextrine, du maltose, de l'acide gluconique et CO^2. H^2O^2 réagit également sur plusieurs polysaccharides. — MM. **H. Bierry**, **V. Henri** et **G. Schaeffer** montrent qu'en solution aqueuse dialysée très longuement l'amylase du suc pancréatique se comporte comme un colloïde positif; tous les autres ferments étudiés sont négatifs. — MM. **P. Ancel** et **F. Villemin** ont constaté que l'ectopie de l'ovaire chez la lapine provoque l'atrophie des ovocytes et des follicules de de Graaf et empêche la formation du corps jaune; mais elle n'amène pas l'ectopie de la glande interstitielle. — M. **C. Fleig** a reconnu que la diurèse globale des matériaux solides autres que le sucre est à peu près la même sous l'influence du lactose ou du glucose. — MM. **J. Ville** et **W. Mestrezat** montrent que les nitrites que l'on rencontre dans la salive proviennent d'une action réductrice exercée sur les nitrates salivaires par les microorganismes contenus dans la cavité buccale. — MM. **E. Wertheimer** et **G. Battez** ont constaté que l'intégrité des trois premières paires dorsales n'est pas indispensable à la production de la glycosurie par piqûre du bulbe. — MM. **Chiray** et **Demanche** ont reconnu qu'on ne peut se fier aux indications fournies par le réfractomètre pour la mesure des albumines du sérum et des sérosités. — M. **A. Weber** a observé qu'au point de vue de l'évolution du trou ovale du sphénoïde le gibbon, le chimpanzé et le gorille ont atteint un degré de développement égal à celui des races les plus civilisées. — Mlle **Bellion** a constaté une diminution des sucres chez l'escargot pendant la période d'activité. — M. **J. Athanasiu** montre qu'il n'y a pas diminution dans la force des muscles innervés par le nerf tibial après la section du nerf péronier. — M. **Ch. Soyer** conclut à la nécessité probable du concours des cellules somatiques pour la formation des plasmodes ou ovocytes viables. — M. **J. Lépine** a appliqué l'ophtalmoréaction à la tuberculine chez des aliénés, ce qui lui a permis de préciser le diagnostic dans des cas cliniquement douteux. — MM. **A. Putzeys** et **T. Stiennon** ont reconnu que la cuti-réaction et l'ophtalmo-réaction à la malléine ne donnent pas des résultats assez nets et assez constants pour constituer une méthode de diagnostic de la morve chez le cheval. — M. **F. Arloing** répond aux critiques de M. Vallée sur ses expériences relatives à la cuti-réaction. — MM. **G. Marinesco** et **J. Minea** signalent la précocité des phénomènes de dégénérescence consécutifs à la greffe des ganglions sensitifs chez le chat. — M. **H. Soulié** a observé, dans la fièvre récurrente à réaction méningée, que le liquide céphalo-rachidien contient des spirilles beaucoup plus nombreux que dans le sang, lesquels provoquent une lymphocytose. — MM. **M. Garnier** et **L. G. Simon** ont constaté des foyers de nécrose cellulaire intense dans le foie des lapins soumis au régime carné. — MM. **A. Lemierre** et **P. Abrami** ont reconnu qu'au cours des septicémies expérimentales certains microbes éliminés par le foie déterminent des lésions importantes des grosses voies biliaires. — MM. **L. Hallion** et **H. Nepper** montrent que la bile, mise au contact de la muqueuse intestinale ou introduite dans la circulation, exerce une influence excito-motrice locale sur l'intestin grêle aussi bien que sur le rectum. — M. **P. Wintrebert** a observé que les têtards de *Rana temporaria*, transportés brusquement de l'eau à l'air humide, supportent aisément ce changement de milieu; la métamorphose est alors nettement accélérée. — M. **L. C. Maillard** rappelle qu'il a déjà énoncé antérieurement les résultats auxquels sont arrivés récemment MM. Labbé et Vitry relativement à la sécrétion urinaire d'indoxyle. — MM. **Demanche** et **Sartory** ont isolé une nouvelle levure d'un pus de péritonite par perforation de l'estomac. — MM. **A. Netter** et **L. Ribadeau-Dumas** résument les faits actuellement connus d'intoxication à forme paralytique après ingestion de moules. — M. **Ant. Jourde** a étudié l'action d'une mucédinée, le *Paecilomyces Varioti*, sur les hydrates de carbone; il ne sécrète ni invertine, ni lactase, mais un enzyme analogue à l'amylomaltase de Laborde. — MM. **M. Loeper** et **G. Ficaï** montrent que l'amylase sanguine provient en grande partie de la sécrétion externe du pancréas résorbée le long du tractus intestinal. — M. **A. Combault** a constaté que les glandes calcifères des lombrics produisent du carbonate d'ammoniaque dans le fumier, dont la base dominante est AzH^3. — M. **Ch. Aubertin** a observé que les surrénales réagissent à l'intoxication alcoolique expérimentale chronique par une hyperplasie corticale considérable, qui peut s'accompagner quelquefois d'hyperplasie médullaire. — MM. **J. Basset** et **H. Carré** montrent que les bacilles de Koch n'arrivent à franchir la muqueuse intestinale que grâce à leur virulence, après l'avoir plus ou moins gravement lésée. — M. **C. Delezenne** a vérifié de nouveau la spécificité des sels de calcium dans la formation de la trypsine pancréatique. — MM. **C. Delezenne** et **H. Mouton** ont observé que le suc pancréatique, préalablement soumis à l'action des sels de chaux, acquiert la propriété de coaguler les solutions concentrées de peptone. — M. **A. Marie** montre que le *Bacillus paralyticans* n'est pas spécifique de la paralysie générale; il ne constitue qu'un élément d'infection secondaire, très fréquent en certaines régions. — Le même auteur a étudié l'ophtalmo-réaction à la tuberculine chez les aliénés. Vu la difficulté du diagnostic, elle présente une importance évidente.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 2 Juillet 1907.

MM. **H. Verger** et **Soulé** ont constaté la persistance de la sensibilité dolorifique des deux côtés après hémisection de la moelle chez le chat. — M. **L. Gentes** a reconnu que, malgré quelques variations secondaires, l'hypophyse possède les mêmes caractères essentiels dans toute la série des Vertébrés. La glande infundibulaire, constante chez les Poissons, passe à l'état de vestige chez les Batraciens et les Reptiles et fait complètement défaut chez les Oiseaux et les Mammifères. — M. **J. Kunstler** expose les bases d'une théorie coloniale des organismes, qu'il nomme « principe de la concentration centripète des organismes ». — MM. **L. Tribondeau** et **G. Belley** ont obtenu expérimentalement la cataracte par rœntgénisation de l'œil d'animaux nouveau-nés; les rayons X paraissent influencer directement l'épithélium du cristallin encore en pleine activité évolutive. On observe également de la microphtalmie et des modifications concomitantes de la rétine. — M. **B. Auché** signale l'existence d'abcès intradermiques multiples à coli-bacilles chez un nouveau-né. — M. **A. Le Dantec** montre que l'éléphantiasis des pays chauds et celui des pays tempérés sont une seule et même maladie, véritable dermite chronique due à la présence d'un cocco-diplocoque (dermocoque). En tout temps il est possible de se procurer une culture du dermocoque en provoquant sur la région malade un

accès topique localisé à la surface d'un petit vésicatoire. — Le même auteur décrit un nouveau procédé pour la culture des anaérobies dans une pipette étranglée. — M. **Ch. Pérez** cherche l'origine du tissu adipeux imaginal ches les Muscides dans de petits amas de cellules mésenchymateuses situées sous les disques imaginaux de l'hypoderme. — M. **C. Sauvageau** signale l'existence d'une nouvelle forme — plantules confervoïdes monosiphonées — dans le cycle du développement des *Cutleria*.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 9 Mai 1907.

M. **J. Henderson-Smith** a étudié *l'augmentation de la teneur en complément du sérum sanguin frais*. Le sérum qui se sépare d'abord du sang versé peut différer de composition de celui qui s'en sépare plus tard. Avec le sang normal de lapin ou de cochon d'Inde, la quantité de complément hémolytique contenue dans le premier sérum qui se sépare est relativement faible ; elle augmente progressivement dans le sérum qui se sépare après une période de 5 à 7 heures chez le lapin, de 3 à 4 heures chez le cochon d'Inde, pour atteindre un maximum 2 à 3 fois plus grand que la quantité d'abord observée. Même après l'enlèvement du caillot, la quantité de complément peut augmenter dans le sérum qui se sépare peu après l'extraction du sang, mais cette augmentation est faible. Cette augmentation d'activité du sérum n'est pas particulière aux compléments hémolytiques. Dans le sang des animaux immunisés, les compléments hémolytiques peuvent augmenter, mais ce n'est pas toujours le cas. — M. **A. J. Ewart** poursuit ses recherches sur *l'ascension de l'eau dans les arbres*. Elles montrent que l'ascension continue de l'eau est seulement possible dans le bois vivant, et que le pouvoir de conduction se perd rapidement après la mort, sans qu'aucune obstruction mécanique des vaisseaux puisse être rendue responsable de cette variation. Il faut donc conclure que les cellules vivantes dans les arbres élevés restaurent continuellement les conditions nécessaires à l'ascension de l'eau partout où celles-ci sont affectées par un vide excessif des vaisseaux. Une action de pompe n'est nécessaire que dans les arbres de plus de 20 à 50 mètres de hauteur, mais des colonnes d'eau suspendues ne peuvent être maintenues pendant un temps quelconque dans les vaisseaux des arbres élevés sans l'aide des cellules vivantes du bois.

Séance du 6 Juin 1907.

M. **L. Becker** a étudié la *distribution de la lumière bleue et violette dans la couronne* le 30 août 1905, d'après des photographies prises à Kalaa-es-Senan (Tunisie) pendant l'éclipse. L'intensité de la couronne décroît inversement à la 4e puissance de la distance moyenne à un cercle qui est concentrique au disque solaire et dont le diamètre est environ les 3/4 du diamètre solaire. — M. **A.-A.-C. Swinton** présente ses recherches sur les *effets mécaniques des rayons-canal*. Il a constaté que ces rayons, tombant sur une roue à ailettes de mica ou d'aluminium placée derrière la cathode perforée, lui communiquent une rotation rapide. Au moyen de deux thermo-jonctions, on reconnaît que, sous le bombardement des rayons-canal, les deux côtés d'une ailette de mica peuvent acquérir une différence de température s'élevant jusqu'à 110°C. — MM. **H.-A. Wilson** et **G.-H. Martyn** : *Sur la vitesse de rotation de la décharge électrique dans les gaz à basses pressions dans un champ magnétique radial*. L'appareil employé dans cette recherche est un petit tube à vide, consistant en deux tubes de verre concentriques cémentés dans des disques d'aluminium. Les disques servent d'électrodes, et l'on fait passer la décharge entre eux à travers l'espace annulaire qui sépare les tubes de verre. On fixe un barreau de fer suivant l'axe du tube à vide, qu'on peut magnétiser de façon à produire un champ radial dans la partie située entre les tubes de verre. La décharge est produite par une grande batterie secondaire, et on mesure sa vitesse de rotation autour de l'espace annulaire. Les auteurs ont mesuré, dans l'air, l'azote et l'hydrogène, la variation de la vitesse avec la force du champ magnétique, la pression du gaz et avec le courant transporté par la décharge. Ils ont trouvé que la vitesse est presque proportionnelle à la force du champ magnétique et inversement proportionnelle à la pression du gaz. La vitesse dans l'hydrogène est environ trente fois celle dans l'air ou dans l'azote. Théoriquement, la vitesse devrait être proportionnelle au produit des deux vitesses ioniques, et les résultats obtenus, réunis avec les mesures précédentes de l'effet de Hall, permettent de calculer les vitesses des ions positifs et des ions négatifs. On a trouvé que les ions négatifs ont des vitesses très supérieures à celles des ions positifs. — M. **W.-A. Porter** est parvenu à établir une *équation exacte reliant la pression osmotique et la tension de vapeur d'une solution* de concentration quelconque, de compressibilité quelconque et sous une pression hydrostatique quelconque. Cette équation est applicable même aux environs du point critique. L'auteur démontre que, lorsqu'une solution à une pression quelconque est en équilibre à travers une paroi semi-perméable avec le solvant pur, sa tension de vapeur est égale à la tension de vapeur du solvant, celles-ci étant mesurées sous les pressions hydrostatiques auxquelles la solution et le solvant sont respectivement soumis. De plus, si deux solutions, à une pression hydrostatique quelconque, mais égale pour les deux, sont isotoniques en ce qui concerne leur tension de vapeur, elles sont aussi isotoniques quant à leur pression osmotique et elles ont le même point de congélation. — M. **F. Trouton** : *Sur deux modes de condensation de la vapeur d'eau sur les surfaces de verre*. Ces deux modes de condensation, appelés α et β, se distinguent en ce que, dans le premier mode, il y a beaucoup moins de matière condensée sur la surface que dans le second mode. La condensation a lieu suivant le type α quand la surface a été soigneusement séchée à haute température, et suivant le type β quand la dessiccation a été effectuée aux températures ordinaires. Dans le type β, la courbe reliant la pression avec la quantité d'eau condensée est analogue à celle qu'on obtient pour la laine ou le coton; dans le type α, en partant d'une surface très sèche, la pression s'élève rapidement pour une condensation relativement minime jusqu'à ce qu'elle atteigne un point critique; ensuite, pour une nouvelle condensation, elle diminue, ce qu'on peut attribuer à une transformation dans l'état β; puis, après avoir passé par un minimum, elle s'élève de nouveau jusqu'à ce qu'on arrive à l'état de saturation. Il y a là une analogie évidente avec la courbe de James Thomson pour la transition d'un gaz à un liquide.

Séance du 13 Juin 1907.

M. **J. C. C. Ledingham** étudie l'*action inhibitrice, pour une phagocytose subséquente, produite sur un sérum actif normal par un sérum inactif normal à travers lequel on a fait passer des bacilles*. Lorsqu'un sérum normal inactif est digéré avec des bacilles tuberculeux et finalement débarrassé de ceux-ci par la centrifugation, on trouve que le fluide qui surnage a la propriété d'empêcher dans une grande mesure l'action opsonique du sérum normal frais, non seulement vis-à-vis des bacilles tuberculeux, mais aussi vis-à-vis du *Staphylococcus pyogenes aureus*. L'auteur interprète ainsi le phénomène : Les ambocepteurs d'un sérum normal chauffé se combinent avec les bacilles tuberculeux et aussi avec leurs récepteurs libres, qui demeurent dans le fluide surnageant après le départ des bacilles. Lorsque ce fluide qui surnage, contenant la combinaison de « l'ambocepteur-récepteur libre », est ajouté à du sérum normal frais, le complément de ce dernier se fixe, et, par conséquent, en présence de bacilles frais, l'action opsonique est arrêtée. Les résul-

tats expérimentaux obtenus confirment l'hypothèse que l'action opsonique du sérum normal dépend de la coopération d'un complément avec l'ambocepteur normal. — M. M. **Benson** : *Le Miadesmia membranacea Bertrand, nouveau Lycopode paléozoïque* avec une structure analogue à celle des graines. Les organes végétatifs de ce nouveau type intéressant ont été découverts par Bertrand en 1894. Il les a trouvés dans des sections d'un nodule de calcite des couches de Ganister, de Hough Hill (Angleterre). L'étude d'une grande quantité de matériaux nouveaux a conduit aux résultats suivants : Le *Miadesmia* est excessivement petit, sa tige très tendre et sans trace de tissu squelettique, C'est le premier lycopode paléozoïque d'un caractère herbacé dont la structure est connue. Les mégasporophylles, identifiés par Scott en 1901, présentent un type de graine plus avancé que ceux que l'on a rencontrés jusqu'ici chez les Cryptogames. Le mégasporange donne naissance à une seule spore à paroi fine, dont le développement et la structure ressemblent à un sac embryonnaire et qui germe *in situ*. Un intégument entoure le sporange, laissant seulement un petit orifice comme micropyle. Celui-ci est entouré par de nombreux et longs processus de l'intégument, qui forment un appareil collecteur et incubateur pour les microspores. Il n'y a pas trace d'enveloppe autour du microsporange. La feuille carpellaire est tombée à maturité et ressemble à une graine ailée. En ne tenant pas compte des modifications structurales des mégasporophylles, l'affinité la plus proche du *Miadesmia* parmi les formes connues semble être avec les espèces non spécialisées de *Selaginella*, telles que les *Selaginella selaginoïdes*; mais les feuilles des frondes présentent une base de feuille archaïque, comparable à celle des *Lepidodendreae*.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

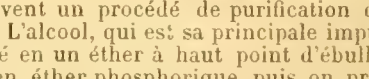
Séance du 28 Juin 1907.

M. J. T. **Irwin** exécute une série d'expériences illustrant les divers emplois de ses oscillographes et de ses wattmètres à fil chaud. — M. J. S. **Dow** décrit une forme de photomètre utilisant la loi du cosinus. Il n'est plus nécessaire de déplacer soit le photomètre, soit les sources de lumière. L'ajustement de l'éclairage des surfaces photométriques est réalisé dans le photomètre même par la rotation d'un coin de Ritchie autour de la ligne-limite des surfaces photométriques comme axe. — Mme **Ayrton** présente quelques *expériences sur la formation des ondulations de sable sur le bord de la mer*. C'est le mouvement permanent et alternatif de la mer qui produit ces ondulations. Pour le montrer, l'auteur prend une auge de verre de six pieds de long, renfermant du sable nivelé, recouvert d'un pied d'eau, et la soumet à un mouvement de va-et-vient au moyen de rouleurs mus par un électromoteur. Ce mouvement fait osciller l'eau, et bientôt on aperçoit de petites crêtes sur le sable, à peu près à égale distance, qui croissent progressivement. On constate, d'autre part, que toute crête ou sillon sur du sable plan donne naissance, par suite du mouvement de l'eau, à deux autres crêtes de chaque côté, lesquelles agissent de même jusqu'à ce que tout le sable soit ridé, par suite des vortex qui se forment dans l'eau. L'auteur montre ensuite que des ondulations de sable peuvent être produites même par de l'eau coulant dans une seule direction, pourvu que la surface de ce sable soit inclinée. La hauteur et la distance des ondulations dépendent de la violence et de la durée de l'oscillation de l'eau. On a trouvé des ondulations du sable jusqu'à une profondeur de 60 à 70 pieds sous l'eau.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 4 Juillet 1907.

M. P. **Haas**, en acidifiant une solution aqueuse refroidie du sel de K de la diméthyldihydrorésorcine mélangée avec du nitrite de K, a obtenu l'isonitrosodiméthyldihydrorésorcine, qui est convertie par les oxydes d'azote en nitrodiméthyldihydrorésorcine. — M. F. **Baker** a examiné les spectres d'absorption des sels de carbonium; ils présentent deux types différents. — MM. T. M. **Lowry** et E. H. **Magson** ont déterminé la mutarotation du nitrocamphre dans divers solvants et en présence de diverses impuretés. En solution chloroformique, il est possible de retarder le changement isomérique par l'addition de petites quantités d'acide. L'addition d'éthoxyde de Na en solution alcoolique et surtout celle d'un peu de pipéridine en solution benzénique accélèrent considérablement la mutarotation. — MM. E. C. C. **Baly** et W. B. **Tuck** et Mlles E. G. **Marsden** et M. **Gazdar**, par l'étude des spectres d'absorption, ont reconnu que les phénylhydrazones et les osazones des α-dicétones en solution neutre possèdent une constitution cétonique, tandis qu'en solution alcaline les premières tendent à prendre la configuration énolique. — M. M. M. P. **Muir**, par action de H^2SO^4 sur le permanganate de Ba, a obtenu des solutions d'acide permanganique contenant jusqu'à 17 °/₀ d'acide. Cette solution, conservée en vase ouvert, laisse déposer des oxydes bruns de manganèse, mêlés de cristaux violet-bleu de l'acide. — M. S. **Ruhemann** a préparé un produit d'addition de la phénylhydrazine avec le dicarboxyaconitate de méthyle, F. 135°, qui, digéré avec KOH, fournit de l'acide malonique et du phényl-pyrazolonedicarboxylate monométhylique, F. 201°-202°. Celui-ci, bouilli avec KOH, fournit le 1-phényl-5-pyrazolone-3-carboxylate de K. — M. H. R. **Le Sueur**, en chauffant à 250°-270° l'acide αα'-dihydroxysébacique, a obtenu, avec dégagement de CO^2, le dialdéhyde de l'acide subérique. — Le même auteur, en remplaçant les 2 Br de l'acide αα'-dibromoadipique par 2 OH, a obtenu deux acides dihydroxyadipiques isomères, F. 146° et F. 174°. — M. A. W. **Stewart** a reconnu que les spectres d'absorption des deux formes actives de l'acide tartrique sont identiques. L'acide racémique a un plus grand pouvoir d'absorption que les deux formes actives; mais, lorsqu'on le dilue, son pouvoir absorbant diminue graduellement, ce qui prouve qu'il est décomposé dans les deux formes actives. — MM. W. H. **Perkin jun.** et J.-L. **Simonsen**, en condensant le β-iodopropionate d'éthyle avec l'α-acétylglutarate d'éthyle sodé, ont obtenu le γ-acétylpentane-αγε-tricarboxylate d'éthyle, Eb. 217° sous 15 mm., qui est hydrolysé par HCl en acide γ-acétylpimélique. Son éther éthylique, traité par $MgCH^3I$, est transformé en une lactone, que HBr convertit en γ-bromoisopropylpimélate d'éthyle ; celui-ci est décomposé par la pyridine avec formation de γ-isopropylidènepimélate d'éthyle. Ce dernier, traité par Na, se condense en 4-isopropylidènecyclohexanone-2-carboxylate d'éthyle, d'où, par élimination de CO^2, on arrive à la 4-isopropylidènecyclohexanone :



Eb. 219°-221°. — M. J. K. H. **Inglis** et Mlle L. E. **Knight** décrivent un procédé de purification de l'éther acétique. L'alcool, qui est sa principale impureté, est transformé en un éther à haut point d'ébullition, par exemple en éther phosphorique, puis on procède à la distillation. — M. J. J. **Fox** a déterminé la solubilité du sulfate de plomb dans des solutions concentrées d'acétate d'ammonium. Elle augmente considérablement à mesure que la concentration en acétate augmente. Il se forme alors des cristaux de sulfate de plomb et d'ammonium $Pb(AzH^4)^2(SO^4)^2$. Le plomb en solution doit l'être à l'état d'acétate. — M. F. H. **Lees**, en hydrolysant le chloromorphide, a obtenu, à côté de la β-isomorphine, un nouvel isomère, qu'il nomme *néoisomorphine* ; elle cristallise de l'alcool en aiguilles contenant une molécule de solvant, F. 278°. Par méthylation, elle fournit la *néoisocodéine*, F. 181°-182°.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION CANADIENNE

Séance du 7 Février 1907.

M. A. **Mc Gill** a étudié les *méthodes d'examen de la térébenthine.* La méthode de Hübl est préférable à celle de Hanus. Avec la première, on obtient un nombre de Worstall égal à 370 °/₀ pour une bonne térébenthine, tandis qu'avec la seconde on obtient une valeur se rapprochant de 200. Les térébenthines contenant les adultérants ordinaires donnent des nombres inférieurs à 370 (suivant Hübl) ou à 200 (suivant Hanus). La réfraction spécifique de la vraie térébenthine est de 1,47 à 20° C.; les adultérants habituels l'abaissent.

Séance du 16 Mai 1907.

MM. **R. J. Manning** et **W. R. Lang** décrivent deux *méthodes de détermination de l'acide borique et des borates dans les aliments et les produits commerciaux.* La première consiste à distiller avec l'alcool méthylique et à précipiter à l'état de borate de baryum, la seconde à distiller et à titrer l'acide par la potasse au dixième.

SECTION DE LIVERPOOL

Séance du 13 Février 1907.

M. **F. J. Brislee** a étudié *les processus de la combustion dans la boîte à feu des locomotives.* La combustion la plus efficace a lieu quand le vide est relativement faible et la vitesse élevée. En règle générale, les vides les plus élevés sont seulement obtenus par saccades, tandis que les faibles vides sont permanents. Les conditions pour la meilleure combustion semblent donc être un courant d'air uniforme en quantité suffisante pour rendre la vitesse de combustion suffisante pour la production de la vapeur nécessaire, conditions réalisées dans les trains express. La perte due à la formation d'oxyde de carbone est plus grande avec les trains à faible vitesse, par suite du caractère intermittent de l'arrivée d'air.

SECTION DE LONDRES

Séance du 3 Juin 1907.

MM. **W. A. Davis** et **C. A. Klein** présentent leurs recherches sur l'*analyse de la céruse.* Celle de la céruse brute est très simple; mais on arrive à des résultats très divergents quand il s'agit d'analyser de la céruse qui a été broyée avec de l'huile. La principale difficulté de cette analyse réside dans l'impossibilité d'enlever les dernières traces d'huile ou de matière grasse par extraction avec un solvant. La meilleure méthode est l'extraction répétée à l'éther, qui ne laisse que 0,3 °/₀ d'huile, quantité qui élève légèrement les chiffres trouvés pour CO^2 et H^2O présents dans la céruse.

SECTION DE MANCHESTER

Séance du 3 Mai 1907.

M. **W. Clifford** a déterminé le *temps de passage d'un liquide à travers divers lits de percolation.* Le temps de passage dépend de la nature du lit, de la profondeur et de la quantité de liquide. L'auteur donne les chiffres obtenus pour des couches de charbon et des couches de graviers de diverses grosseurs. — MM. **G. J. Fowler** et **P. Gaunt** ont étudié *l'action réciproque de solutions diluées de sels d'ammonium avec divers milieux filtrants bactériens.* Quoique l'absorption de l'ammoniaque ne soit pas une condition préliminaire de la nitrification dans les filtres biologiques, elle peut n'être pas sans effet, surtout au commencement, quand le nombre des organismes est encore faible. Dans ces conditions, un excès d'ammoniaque dans le liquide filtrant peut exercer un effet inhibiteur sur le développement des organismes. Le quartz est le meilleur milieu pour étudier exactement la nitrification au contact des surfaces, car son action n'est pas compliquée par des phénomènes d'absorption.

SECTION DE NEW-YORK

Séance du 24 Mai 1907.

M. **L. H. Baekeland** décrit la *cuve électrolytique Townsend*, dans laquelle la diffusion et la recombinaison subséquente des anions et des cathions est presque entièrement empêchée par l'enlèvement automatique de toute la liqueur cathodique aussitôt qu'elle se forme et en l'entourant d'un liquide chimiquement inactif et physiquement non miscible; ce liquide est le kérosène.

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séance du 5 Octobre 1906.

M. **J. E. Teeple** décrit les *procédés d'extraction de l'essence de térébenthine des déchets de bois*; ils reposent, en général, sur l'action de la vapeur surchauffée. Après traitement, le bois est employé comme combustible; mais il paraît possible de lui trouver d'autres usages.

Séance du 1er Février 1907.

M. **W. Mc A. Johnson** présente ses *essais de traitement des minerais de zinc dans un four électrique* du type à résistance. Cette méthode présente les avantages suivants : 1° elle donne un produit plus pur et plus uniforme; 2° le rendement en zinc est augmenté; 3° elle permet de traiter une plus grande variété de minerais; 4° la récupération de Pb, Ag, Cu et Au est plus effective. — M. **G. L. Cabot** a déterminé le *point de solidification de la gasoline.* Celle de densité 0,698 à 23° C. devient solide à — 125° C.; celle de densité 0,713 à 23° C. devient solide à — 147°.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 6 Juin 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **R. Daublebsky von Sterneck** : Sur le nombre de valeurs incongruentes que prend une fonction entière du 3e degré. — M. **E. Kruppa** : Sur le théorème de Pohlke. — M. **W. Wirtinger** : Trois constructions de la surface de 2e ordre au moyen de 9 points donnés.

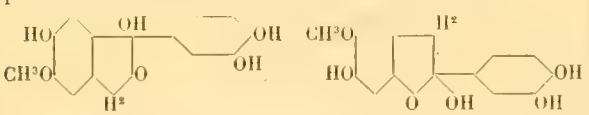
2° Sciences physiques. — M. **F. M. Exner** expose les bases d'une théorie des variations synoptiques de la pression atmosphérique, dans laquelle il fait intervenir l'influence de l'apport et de la soustraction de chaleur que les continents et les mers provoquent sur les masses d'air qui les surmontent. — M. **Mathias Cantor**, étudiant la théorie de la méthode de Fizeau pour la détermination de la vitesse de la lumière, montre que dans cette expérience intervient de la lumière de diverses périodes. On peut transporter cette méthode dans le domaine de l'Acoustique et s'en servir pour déterminer la vitesse du son. — M. **R. Wagner** a déterminé, pour 4 barreaux de caoutchouc et 1 barreau de laiton, les variations de température produites par l'allongement; il a comparé les valeurs observées avec celles qu'on déduit de la formule de Thomson et calculé pour les diverses tensions les coefficients de dilatation linéaire et les variations de ceux-ci avec la tension. Quand le module d'élasticité est faible et sa variation thermique relativement élevée et positive, le coefficient de dilatation diminue considérablement avec la tension; dans le cas contraire il varie peu. — Le même auteur a constaté qu'un bâton d'iodure d'argent soumis à un allongement s'échauffe de + 0°,00014 pour une charge de 2 kilogs et se refroidit quand on le décharge. — M. **F. Becke** a étudié de beaux cristaux de whewellite (oxalate de chaux avec eau de cristallisation) trouvés à Brux. Ils appartiennent au système monoclinique holoédrique; le plan des axes est perpendiculaire au plan de symétrie,

la densité est de 2,23. — M. **J. Lindner** a déterminé la vitesse de la décomposition de l'acide malonique en CO^2 et acide acétique à 100° dans l'acide acétique glacial; c'est une réaction monomoléculaire. — MM. **P. Friedlaender** et **V. Laske** ont recherché la constitution de l'acide dibromanthranilique de Greif; c'est l'acide $AzH^2:COOH:Br:Br=1:2:4:6$. — M. **P. Friedlaender** a retiré à l'état pur le pourpre antique des glandes du *Murex brandaris*. Il ne contient pas de S, mais de l'Az; il diffère du bleu d'indigo et du thio-indigo.

3° Sciences naturelles. — M. **O. Abel** a étudié la morphologie des rudiments de l'os de la hanche chez les Cétacés. Ces rudiments ne sont plus liés à la colonne vertébrale, mais reposent parallèlement à elle et au-dessous dans les parties molles. Ces rudiments, outre l'ischium, comprennent encore l'ilium et le pubis chez certains Cétacés (*Balaena*, *Balaenoptera*, *Physeter*, etc.); mais des trois éléments du bassin le pubis est le plus réduit et finit par disparaître complètement. — M. **H. Rebel** a déterminé les Lépidoptères rapportés de l'expédition dans le Sud de l'Arabie et à Sokotra. La faune du Sud de l'Arabie a un caractère continental, tandis que celle de Sokotra a le caractère d'une faune d'île océanique.

Séance du 13 Juin 1907.

1° Sciences physiques. — M. **M. Samec** a étudié l'intensité lumineuse à de grandes hauteurs au-dessus de la mer, d'après des ascensions de ballons-sondes. L'intensité chimique de la lumière totale ainsi que celle du rayonnement solaire direct augmente avec la hauteur; l'activité de la lumière diffuse diminue. L'intensité des rayons à grande longueur d'onde augmente d'abord rapidement, puis reste constante. — M. **C. Bruckner** a préparé par deux méthodes un sel triple de mercure, de formule : $6\,(3HgO.2SO^3).6\,HgI^2.HgI^2O^6$. — M. **J. Herzig** résume ses travaux et ceux de ses élèves sur la réso et la galloflavine et sur l'acide ellagique. — M. **G. Mossler** arrive à la conclusion que l'ériodictyonone retirée de l'*Eriodictyon glutinosum* possède l'une des deux constitutions suivantes :



2° Sciences naturelles. — MM. **R. Kraus** et **R. Volk** : Etudes sur l'immunité contre la variolo-vaccine. — M. **M. Strigl** : La structure anatomique de l'écorce du bulbe du *Balanophora* et son importance fonctionnelle. — M. **R. Wagner** a étudié au point de vue morphologique l'*Hoffmannia robusta*. Il a observé des systèmes de ramifications très particuliers, ainsi que des sympodes terminaux en pelotons, dans lesquels se forme toujours l'avant-feuille fertile.

Séance du 20 Juin 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **K. Hillebrand** présente ses recherches sur la trajectoire probable et l'origine des comètes. Il conclut que les comètes appartiennent en fait à notre système solaire et que, malgré leur caractère parabolique apparent, leur origine peut être placée dans des régions dont les distances sont petites relativement à l'éloignement des étoiles fixes les plus proches.

2° Sciences physiques. — M. **V. von Lang** présente ses expériences dans le champ alternatif électrostatique, concernant la rotation d'un disque de papier par l'approche d'isolateurs et de conducteurs, et qui n'est que la résultante de la répartition électrique. — M. **A. Lampa** décrit un dispositif simple pour la réalisation d'un champ électrostatique tournant. — M. **P. Cermak** a déterminé la valeur de l'effet Peltier entre le nickel et le cuivre de 20° à 450° C. Voici quelques valeurs obtenues par coulomb : 19° 1,92; 95° 2,15; 235° 2,45; 290° 2,06; 340° 1,91; 445° 2,38 $\times 10^{-3}$ gr. cal.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Erdheim** : Sur la découverte de corps épithéliaux dans l'ostéomalacie. — M. **R. Wagner** a étudié la morphologie du *Peltiphyllum peltatum*, qui présente des phénomènes de recaulescence extrêmement développés.

Séance du 4 Juillet 1907.

1° Sciences physiques. — M. **H. Mache** pose les bases d'une théorie des explosions. Il considère le mécanisme de propagation de l'explosion comme un processus de conductibilité calorifique qui, partant de la surface d'allumage, propage l'explosion avec la même vitesse suivant laquelle il peut amener la matière explosive à sa température d'inflammation. Mais cette conductibilité présente une polarité, provenant de la nature de la substance, et qui est cause qu'elle n'a pas la même valeur dans toutes les directions. — MM. **H. Mache** et **J. Tagger** décrivent une méthode simple pour la détermination de la constante de conductibilité calorifique des liquides. Elle consiste à plonger un thermomètre à réservoir métallique rempli de la substance à étudier dans un bain d'eau plus chaud de quelques degrés. Par suite de la dilatation du réservoir, le liquide s'abaisse d'abord dans le thermomètre, puis il remonte lentement à mesure qu'il se dilate lui-même; du temps qui s'écoule jusqu'à ce qu'il ait repris son niveau primitif, on peut déduire, au moyen d'une équation, le coefficient de conductibilité calorifique du liquide. — M. **R. Wagner** a déterminé, au moyen d'un dispositif approprié, l'énergie du bruit produit par l'étincelle électrique. Elle est d'autant plus grande que le point de fusion du métal des électrodes est plus bas. — M. **E. Mach** : Le déplacement des phases par réflexion sur une plaque de Jamin. — M. **C. Doelter** a reconnu que les silicates commencent à être conducteurs vers 500°, quoique leur résistance soit encore énorme; cette conductibilité croît rapidement avec la température. Le point de fusion constitue un point d'inflexion dans la courbe température-conductibilité. — M. **R. Kremann**, par l'étude des courbes de fusion, a constaté que les trois crésols isomères fournissent avec l'urée des combinaisons équimoléculaires; la combinaison *p*-crésol-urée n'a qu'une région d'existence extrêmement limitée. — M. **A. Kailan** a étudié l'éthérification des acides α- et β-naphtoïques par HCl alcoolique. La vitesse dans l'alcool presque absolu croît moins rapidement que la concentration en HCl; dans l'alcool plus dilué, elle croît plus rapidement. — M. **M. Kohn** a observé que la diacétonamine, traitée par $MgCH^3I$, fournit principalement du 2:4-diméthyl-2-aminopentanol-4. — M. **J. Mauthner**, en additionnant HCl au cholestène, a obtenu deux isomères qui, par soustraction d'HCl, donnent un isomère du cholestène, ou pseudocholestène. Le dibromure de ce dernier a un pouvoir rotatoire variable dans le chloroforme.

2° Sciences naturelles. — M. **M. C. Toldt** a étudié le renflement antérieur du muscle digastrique et ses variétés chez l'homme. — M. **F. Siebenrock** décrit une nouvelle tortue sous le nom de *Pseudemydura umbrina*; elle forme un groupe spécial dans la famille des *Chelydidae*. — M. **F. Steindachner** décrit une nouvelle espèce de *Corydoras*, le *C. multimaculatus*, qu'il a trouvée dans le Rio Preto, et une espèce de *Xenocara*, le *X. damasceni*, trouvée dans le Parnahyba. Il indique également de nouvelles localités où l'on trouve l'*Anacyrtus prognathus* et le *Brachycalcinus longipinnis*. — M. **F. Seefried** a trouvé dans le feuillage de plusieurs plantes indigènes à ombrage les dispositifs que Haberlandt associe avec la perception de la lumière. — M. **F. Berwerth** communique de nouvelles observations géologiques faites sur le tunnel des Tauern.

Louis Brunet.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 17 15 SEPTEMBRE 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Les albedos des planètes supérieures. — Voici une nouvelle méthode exposée par M. J. E. Gore, dans *The Observatory*, pour calculer les albedos[1] des planètes supérieures. La masse de la composante la plus brillante du couple α du Centaure étant égale à celle du Soleil, et leurs spectres étant de même nature, cet astronome propose de considérer cette étoile comme un astre égal à notre Soleil, et d'évaluer les albedos des planètes supérieures quand elles se trouvent en opposition, en comparant leurs grandeurs photométriques avec l'étoile α du Centaure.

Dans un article antérieur, M. Gore avait remarqué que, la parallaxe de cette étoile étant de 0"75, et en admettant que le diamètre de la plus brillante des composantes soit égal à celui du Soleil, l'éclat apparent de notre flambeau central est 75.232.650.000 fois supérieur à celui de l'astre principal de α du Centaure.

En tenant compte de la distance moyenne d'une planète, de la quantité de lumière solaire qu'elle intercepte et de sa grandeur photométrique au moment de l'opposition, M. Gore a obtenu les résultats suivants pour ces cinq planètes : Mars, 0,2072; Jupiter, 0,595; Saturne, 0,6744; Uranus, 0,61; Neptune, 0,6276.

§ 2. — Météorologie

L'Observatoire aéronautique de Lindenberg. — L'exploration, au moyen de cerfs-volants et de ballons, des couches supérieures de l'atmosphère a pris, dans ces dernières années, une importance toujours grandissante. Pour encourager les études qui se rattachent à cette branche des sciences physiques, l'Etat prussien a fait ériger, en 1905, près de Lindenberg (Brandebourg), un Observatoire aéronautique spécial, destiné à se substituer à l'Observatoire provisoire de Tegel.

En dehors des observations courantes qui forment le programme des stations météorologiques ordinaires (déterminations de l'allure de la température de l'air ambiant, de l'humidité de l'atmosphère, des chutes de pluie, etc.), les savants attachés à cet Observatoire auront à déterminer surtout les températures moyennes et les vitesses du vent à des hauteurs différentes de l'atmosphère libre. Les expériences antérieures dans cette voie ont fait voir que, la chute de température étant considérablement plus lente dans les trois kilomètres inférieurs de l'atmosphère que dans les montagnes, les températures de l'atmosphère libre sont supérieures à celles de l'air des montagnes à la même hauteur.

Le programme de l'Observatoire comporte encore :

1° Des recherches sur l'électricité atmosphérique, à savoir : mesures du potentiel électrique, observations de l'ionisation, de la conductivité, de la dispersion électrique, et des courants de convection verticaux qui en résultent. Comme ces facteurs ne se prêtent guère à une détermination au moyen d'instruments à enregistrement automatique, on ne saurait renoncer, pour le moment du moins, aux ascensions en ballon monté;

2° Des déterminations du rayonnement du Soleil. Ces déterminations ont sollicité, en ces dernières années, l'intérêt des savants à un degré toujours plus grand, à côté des mesures de températures; le pyrhéliomètre à compensation construit par M. Angström fournit à ces recherches une base rigoureusement scientifique;

3° Des déterminations du taux de poussière de l'air atmosphérique. Des observations de ce genre, complétant les recherches d'électricité atmosphérique, observations d'un intérêt météorologique spécial pour la théorie de la formation des nuages et des pluies, ont été exécutées pendant plusieurs ascensions récentes;

4° Des mesures de la composante verticale de la vitesse du vent. Comme la variabilité des constantes d'anémomètres constitue une difficulté spéciale s'opposant à ce genre de recherches, les savants attachés à l'Observatoire auront à perfectionner ces instruments;

5° Des déterminations de la teneur en eau des nuages, et des photographies de ces derniers. Les travaux de photographie occupent surtout les membres les plus jeunes du personnel de l'Observatoire;

6° Des déterminations topographiques d'Astronomie.

[1] On est convenu d'appeler *albedo* la propriété de réflexion de la surface d'un astre.

Des déterminations pareilles viennent d'être faites avec beaucoup de succès lors de plusieurs ascensions récentes.

L'Observatoire se compose d'une maison d'habitation réservée au directeur, de la maison du personnel scientifique, du bâtiment administratif, des usines, du hall aux ballons et du hangar aux cabestans. Tous ces bâtiments sont éclairés à l'électricité; l'énergie requise pour alimenter les 395 lampes, aussi bien que pour actionner bon nombre de machines et d'appareils, est engendrée sous 220 volts par une dynamo à courant continu commandée par un moteur à gaz de 30 chevaux, tout excédant d'énergie étant emmagasiné par une batterie d'accumulateurs de 120 cellules. La salle des machines comprend encore, en dehors du générateur et du purificateur de gaz, une chaudière Lilienthal à tubes serpentins, fournissant la vapeur à une machine de 7 chevaux, et un distillateur engendrant l'eau distillée nécessaire à la batterie d'accumulateurs et pour des usages analogues.

Le gaz hydrogène servant à remplir les ballons est engendré par un électrolyseur, construit par les ateliers d'Œrlikon, et décomposant l'eau dans ses composantes. Cet appareil comporte 95 plaques en fonte pourvues des deux côtés de demi-rainures verticales.

Entre chaque deux plaques voisines, — lesquelles sont serrées fortement l'une contre l'autre par une espèce de filtre-presse, — on a disposé un diaphragme en amiante, assurant l'étanchéité des rainures, de façon que les bulles de gaz hydrogène et oxygène engendrées par le courant électrique montent vers la rainure collectrice, d'où elles s'échappent à travers les conduites disposées de part et d'autre. Une solution de potasse pure a 10 °/₀ dans l'eau distillée sert d'électrolyte; la tension efficace est de 220 volts. L'hydrogène est emmagasiné dans un réservoir d'une capacité de 500 mètres cubes; l'oxygène s'échappe dans l'air atmosphérique.

La machine réfrigératrice à acide carbonique installée dans la même salle se compose d'une pompe à compression, liquéfiant l'acide carbonique sous une pression de 70 atmosphères. Cette pression ayant été retirée, l'acide pénètre dans un long serpentin traversant la réfrigératrice, et après avoir refroidi le liquide qui y est contenu à la température de -13 à -15 degrés, retourne au compresseur, où il sera de nouveau liquéfié.

On a installé plusieurs ateliers, parmi lesquels nous mentionnerons l'atelier de serrurerie, celui de mécanique de précision (où, en dehors des travaux de réparation, on construit à l'occasion des appareils nouveaux) et l'atelier de menuiserie, où les cerfs-volants sont confectionnés. Les machines-outils employées dans tous ces ateliers sont actionnées par des moteurs électriques.

Dans la salle d'essais sont disposées plusieurs machines pneumatiques produisant des vides élevés. Pour vérifier les anémomètres faisant partie des appareils enregistreurs de Marvin, on se sert d'un ventilateur Sirocco, mû par un moteur à courant continu de 1/2 cheval, monté en bout d'arbre et tournant à la vitesse de 1.700 tours. La vitesse de sortie de l'air est réglée par des diaphragmes.

Le hangar aux ballons est muni de tous côtés de portes glissantes permettant d'opérer le lancement des ballons enregistreurs du côté opposé à la direction du vent. Ce hangar renferme plusieurs ventilateurs et d'autres appareils, tels qu'un appareil pour essayer les fils d'acier et les raccords du réservoir à gaz.

Le hangar aux cabestans est disposé sur une plaque tournante de chemin de fer. Ses murs latéraux sont recouverts à l'intérieur de bois et à l'extérieur de fer ondulé; l'intervalle est rempli de cendres. Le mécanisme de rotation de ce hangar est d'une construction fort pratique.

Le programme ordinaire de l'Observatoire comporte une ascension, au moins, par jour, indépendamment des conditions de l'atmosphère; lorsque le temps est favorable, on fait jusqu'à cinq ascensions journalières pendant plusieurs jours consécutifs, surtout lors des ascensions internationales organisées une fois par mois. Les déterminations de la période diurne des températures atmosphériques sont l'objet d'une attention spéciale.

Alfred Gradenwitz.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

Les turbines à vapeur de l'usine Moabit à Berlin. — Les remarquables avantages des turbines à vapeur, au point de vue du faible encombrement des usines, se manifestent d'une façon éclatante par l'extension qu'elles ont permis d'apporter à l'usine génératrice de Moabit : cette usine était établie en vue d'une puissance de 38.000 chevaux et comportait déjà six unités à vapeur, machines à mouvement alternatif de bonne construction, mais relativement encombrantes : 3 de 3.000 kw., et 3 de 1.800 kw.

Nos lecteurs comprendront, sans qu'il soit utile de reproduire la vue en plan de l'usine, que celle-ci comportait d'un côté les trois grosses unités, de l'autre les trois petites, et à chaque extrémité était ménagé l'emplacement nécessaire pour une autre unité, c'est-à-dire d'un côté pour la puissance de 3.000 kw., de l'autre pour la puissance de 1.800 kw.

Entre temps, les turbines à vapeur ont fait leur apparition dans l'industrie, et ont permis d'utiliser beaucoup mieux l'espace réservé à chaque extrémité de l'usine.

L'emplacement qu'on destinait à une machine de 1.800 kw. sera occupé par trois groupes de chacun 3.000 kw., ce qui fait que l'utilisation de cet emplacement a été presque sextuplée.

A l'autre extrémité de l'usine seront installés deux groupes de 4.000 kw., et un de 6.000 kw., ce qui constitue une utilisation encore meilleure du terrain.

Ces turbines sont construites par l'*Allgemeine Elektrizitæts-Gesellschaft*, et les essais de consommation effectués sur le groupe de 3.000 kw. au commencement de l'année ont établi que la consommation était de 5,80 kg. de vapeur par kw.-heure.

Cette consommation ne comprend pas l'énergie due à la condensation, mais elle comprend l'excitation.

Les mesures ont été faites sous une pression de vapeur de 173 livres et à la température de 309° C. La vitesse de rotation est de 1.500 tours par minute. La condensation, faite par un condenseur à surface comme pour tous les groupes de turbines, nécessite un poids d'eau à 10° C. égal à 50 fois le poids d'eau consommé. La consommation d'énergie correspondant à la marche du condensateur est de 54 kw., c'est-à-dire un peu moins de 2 °/₀ de la puissance de la machine.

Si l'on rapporte la consommation donnée ci-dessus au cheval-heure indiqué, on trouve que les turbines réalisent sur les moteurs à mouvement alternatif de 3.000 kw. de la même usine, essayés en 1904, une économie d'environ 5 °/₀, pour la même température de la vapeur, voisine de 300°, et pour une pression de vapeur de 184 livres.

Les rapports d'essais font prévoir encore la réalisation d'une économie plus grande par l'élévation du degré de surchauffe, ce qui ne serait pas possible avec des moteurs à mouvement alternatif.

§ 4. — Physique

Sur l'anomalie des images dans la vision à travers une fente étroite. — M. E. Grimsehl a récemment décrit[1] un phénomène remarquable qu'il vient d'observer en traçant sur une feuille de papier une croix simple, composée de deux traits noirs, l'un

[1] *Physikalische Zeitschrift*, n° 13, 1907.

vertical, l'autre horizontal, et en a contemplant à travers une fente étroite. La croix étant distante de l'œil de 50 centimètres ou davantage, l'on n'aperçoit, en effet, que le trait perpendiculaire à la direction de la fente. En approchant la croix de l'œil, on voit ce trait perdre de plus en plus de sa netteté, tandis que le trait parallèle à la fente devient peu à peu perceptible. A la distance de 15 centimètres, les deux traits présentent une netteté à peu près égale, tandis que, pour un rapprochement croissant, le premier trait finit par disparaître complètement, le trait parallèle à la fente restant seul visible. Voici l'interprétation de ce phénomène donnée par l'auteur:

Pour une distance considérable entre la croix et la fente, les rayons lumineux partant des bords des traits parallèles à la fente donnent lieu, en traversant la fente, à des phénomènes de diffraction, effaçant les limites de l'image rétinienne du trait sur les deux bords de ce dernier. Les élargissements de diffraction dus aux deux bords se superposent des deux côtés, produisant un éclairage uniforme du trait, lequel cessera d'être visible sur le papier blanc. En approchant la croix de l'œil, l'on rétrécit de plus en plus la région des élargissements de diffraction, alors que l'image rétinienne (apparente) du trait s'élargit de plus en plus. A mesure qu'on rapproche le trait de l'œil, la portion centrale de l'image rétinienne restant obscure, le trait parallèle deviendra visible. Les bords du trait vertical à la fente ne donnant pas lieu à des phénomènes de diffraction, ce trait restera nettement défini à distance plus grande. A moindre distance, en raison de l'accommodation insuffisante de l'œil, il ne se produit aucune image rétinienne proprement dite. Cependant, un pinceau plan de lumière entrera dans l'œil à travers la fente à chaque point du papier blanc, d'une façon analogue à ce que l'on observe en regardant à travers le trou d'un carton. Or, les pinceaux lumineux partant de points situés sur le papier, sur une même ligne droite parallèle à la fente, se superposent pour la plus grande partie. Le manque de lumière correspondant à l'un de ces points, situé sur le trait noir transversal, est sans importance aucune, étant incapable de produire dans l'œil la sensation d'un point sombre, en l'absence, sur la rétine, de toute image optique proprement dite de ce point. Les manques de lumière correspondant aux points noirs situés sur le trait parallèle à la fente produisent, au contraire, la sensation d'un trait noir, la portion correspondante de la rétine ne recevant aucune lumière. Le trait noir parallèle, loin d'être une image rétinienne proprement dite du trait, n'est que la somme des différents manques de lumière superposés.

Un phénomène analogue s'observe évidemment en contemplant un réseau de traits noirs s'entre-croisant à angle droit ou une toile métallique. En inclinant la fente sous un angle de 45° par rapport à la direction des traits, on voit sur les points d'entre-croisement se présenter plusieurs traits noirs courts, tandis que le reste des deux séries de traits présente un aspect flou.

§ 5. — Electricité industrielle

Emploi de l'arc électrique pour couper l'acier. — On coupe industriellement l'acier au moyen de l'arc électrique, et son emploi a pris un certain développement dans les travaux maritimes, notamment à San Francisco, d'où sont obtenus les renseignements suivants :

Une intensité de courant d'environ 250 ampères sous 90 à 100 volts est fournie à des électrodes par une dynamo à courant continu de 25 kw., commandée par un moteur à pétrole de 40 chevaux. Cette tension relativement élevée assure une plus grande stabilité de l'arc, et une plus grande résistance au vent. Cette disposition permet de couper des fers en I de 380 millimètres en vingt minutes environ, travail qui, à la scie, nécessiterait plusieurs heures.

§ 6. — Chimie

La Chimie à la Réunion annuelle de la Société helvétique des Sciences naturelles, à Fribourg (Suisse). — La Société helvétique des Sciences naturelles a tenu cette année sa 90e session à Fribourg. Cette réunion a eu un plein succès, tant par le nombre que par la qualité des communications qui y ont été présentées. La Section de Chimie, en particulier, a eu la primeur d'importants travaux, parmi lesquels il convient de signaler les suivants :

En *Chimie physique*, M. le Professeur *L. Pelet* (Lausanne) a rendu compte d'expériences fort intéressantes sur la fixation des matières colorantes par les substances minérales, expériences qui attirent à nouveau l'attention sur la théorie *physique* de la teinture. M. le Professeur *Ph. A. Guye* (Genève) a exposé les résultats de divers travaux entrepris dans son laboratoire sur la détermination des courbes de points de fusion de mélanges binaires organiques; en collaboration avec M. *Wroczynski*, cette méthode a servi à mettre en évidence la formation de produits d'addition précédant les réactions de substitution; avec M. *Tsakalotos*, à démontrer l'existence d'un composé, fusible en dessous de —110°, entre le nitrobenzène et l'éther éthylique; avec M. *Antonow*, à préciser certaines anomalies relatives aux pouvoirs rotatoires de corps actifs en solution dans des dissolvants indifférents. M. *E. Briner* (Genève) a développé quelques points nouveaux de la théorie des mélanges et combinaisons binaires, en s'appuyant sur les résultats de ses expériences avec M. *Cardoso*. M. *D. Tsakalotos* (Genève) a décrit une nouvelle méthode expérimentale, étudiée en collaboration avec M. *Ph. A. Guye*, en vue de déterminer avec précision l'eau de cristallisation des sels cristallisés. MM. *E. Durand* et *E. Briner* (Genève) ont étudié l'action de l'étincelle électrique sur les mélanges d'azote et d'oxygène aux basses températures et signalé l'augmentation du rendement en gaz AzO résultant de l'abaissement de température. M. *G. Baume* (Genève) a déterminé de nouveau avec précision les densités des gaz SO^2, $(CH^3)^2O$, CH^3Cl et CH^4 et développé un nouveau mode de calcul des poids moléculaires exacts des gaz à partir de leurs densités et de leur coefficient d'expansion. M. *J. Gyr* a rendu compte de nouvelles expériences sur l'éthérification d'un certain nombre d'acides organiques. M. *J. H. Bussenberg* (Genève) a résumé ses travaux sur les caractères physiques des fausses solutions, et précisé l'influence de la température sur le phénomène de floculation.

En *Chimie organique* : M. le Professeur *Amé Pictet* (Genève) a communiqué les résultats d'une étude faite avec M. *S. Court* sur la présence de bases volatilés pyrroliques dans les plantes de tabac, carotte, poivre noir, persil et coca. M. *G. Darier* (Genève) a relaté une série d'expériences, exécutées avec M. *J. Fainberg*, sur l'emploi de l'acide sulfureux pour la préparation de quelques éthers-sels de la série grasse; les alcools aliphatiques, traités simultanément par le chlore et le gaz sulfureux, ou par le chlore et l'acide nitrique, donnent comme produits principaux, et avec de bons rendements, les chlorures ou nitrites correspondants; ces derniers, obtenus ainsi à l'état pur, ont pu être étudiés avec soin; on a reconnu qu'ils se décomposent lentement suivant l'équation (relative au nitrite de propyle) : $3C^3H^7OAzO = C^3H^7.O.C^3H^7 + C^3H^7O.AzO^2 + 2AzO$. M. *Fréd. Reverdin* (Genève) a rendu compte d'une étude sur la nitration des dérivés du *p*-aminophénol exécutée avec la collaboration de MM. Dresel, Deletra, Bucky, Cuisinier et Dinner. M. le Professeur *Fr. Fichter* (Bâle) a signalé une série d'exemples nouveaux de transformations moléculaires d'acides non saturés $\alpha\beta$ et $\beta\gamma$. Enfin, M. *Schumacher-Kopp* (Lucerne) a relaté d'une façon très intéressante les applications récentes du carbure de calcium à l'éclairage en mer, tandis que M. *Ed. Fisza* (Berne) a présenté une nouvelle règle à calcul pour les laboratoires de Chimie.

§ 7. — Biologie

Le verdissement des Huîtres de Marennes. — Il est peu de questions aussi faciles à résoudre que le déterminisme du verdissement des Huîtres de Marennes, parfaitement élucidé par Gaillon en 1824, puis par Bornet et Puységur en 1877, et cependant il était jusqu'ici bien difficile de se faire une opinion sur ce sujet. Les observateurs anciens avaient très bien vu que, dans les *claires* où l'on dépose les Huîtres quelque temps avant la vente, à Marennes et dans d'autres localités, il apparaît, à certaines époques de l'année, une Diatomée, le *Navicula ostrearia* Bory, dont le cytoplasme renferme une matière colorante bleue; la Navicule se multiplie en telle quantité que l'eau est d'un bleu vert très foncé, même sous une faible épaisseur; les ostréiculteurs disent que les claires sont en *verdeur*. Les Huîtres ingèrent des quantités de Diatomées; la matière colorante est mise en liberté dans le tube digestif du Mollusque, passe dans le sang, et va se fixer sur les branchies et les palpes labiaux, qui prennent une teinte verte (virage en milieu alcalin de la marennine bleue); la succulence de l'Huître n'est, du reste, pas modifiée, mais cette coloration constitue une marque très demandée par les restaurateurs parisiens. Les biologistes qui ont étudié la question après Puységur et Ray Lankester, abusés par des analyses mal faites, et ne s'étant pas donné la peine d'aller voir les choses sur place, ont complètement méconnu la cause du verdissement; ils l'ont attribué à une composition particulière du sol, riche en sels de fer, et cette manière de voir a fini par prévaloir. M. Sauvageau[1], dans un Mémoire qui est un modèle d'érudition et d'esprit, remet les choses au point en refaisant l'expérience cruciale de Puységur : des Huîtres blanches sont placées avec de l'eau des parcs dans des cuvettes de porcelaine; dans la moitié de celles-ci, il ajoute une quantité de Navicules bleues, bien vivantes et bien propres, recueillies dans une claire en verdeur. Vingt-quatre heures après, les Huîtres des cuvettes à Diatomées ont pris la teinte verte marchande, tandis que les Huîtres témoins sont restées blanches; il est facile de constater que les Diatomées ont bien été ingérées, et que la coloration verte n'est pas due à un dépôt superficiel. Il paraît que, dans certains parcs des Sables-d'Olonne, les Huîtres brunissent par l'absorption de la Diatomée *Nitzschia closterium*.

Maintenant que la question est résolue d'une façon définitive, la Physiologie générale peut profiter de cette expérience naturelle. Où est absorbée la marennine? Probablement dans le foie, comme il est habituel chez les Invertébrés. Sur quels tissus précis va-t-elle se fixer après absorption? Il y a là quelque chose d'intéressant à élucider; en effet, lorsqu'une substance étrangère à l'organisme, par exemple une couleur soluble, est introduite dans le sang d'un animal, cette substance est très généralement éliminée par les organes excréteurs, qui en débarrassent les tissus; c'est, du reste, le principe de la méthode dite des injections physiologiques, utilisée pour mettre en évidence les cellules excrétrices; quelquefois une partie de la couleur se fixe sur des conjonctifs; c'est le cas de la garance qui, ajoutée à la nourriture, est absorbée et imprègne ensuite les os (Gaillon a déjà fait ce rapprochement entre le sort de la garance et celui de la marennine); il est curieux de constater que ces substances sont toutes deux des couleurs organiques, d'origine végétale.

§ 8. — Enseignement

Les grandes bourses de voyage de l'Université de Paris. — On sait que, depuis 1898, un bienfaiteur de l'Université de Paris, M. Kahn, a mis à la disposition de l'Université des bourses annuelles de voyage autour du monde, d'une valeur de 15.000 francs chacune.

Cette année, il a offert au Conseil de l'Université une nouvelle somme de 33.000 francs.

Jusqu'ici les bourses de voyage autour du monde n'étaient accordées qu'à des membres de l'enseignement secondaire public, pourvus du titre d'agrégé; désormais, elles pourront l'être à des membres de l'enseignement supérieur public, docteurs en Droit, ès Sciences, ès Lettres, en Médecine, ou Pharmaciens supérieurs. Elles ont surtout pour objet un voyage de deux ans autour du monde; elles sont alors de 15.000 francs, plus 1.500 francs pour acquisition de livres et de souvenirs. Mais elles peuvent être limitées, dans des cas dont le Conseil de l'Université sera juge, à un voyage d'une année à l'étranger, les pays d'Europe exceptés; dans ces cas, le montant de la bourse sera fixé par le Conseil de l'Université.

Suivant les intentions du donateur, « ces voyages ne doivent pas avoir pour objet l'étude de questions scientifiques déterminées, mais l'observation personnelle et directe des choses de l'étranger, pays, institutions et hommes ». Les candidats doivent adresser, avec leurs demandes, un projet d'itinéraire.

L'Université de Paris dispose, en outre, pour les jeunes filles ou femmes, agrégées de l'enseignement secondaire, de deux bourses de voyage de 8.500 francs chacune, créées par un bienfaiteur. Le voyage doit durer au moins une année. Les titulaires doivent voyager ensemble et visiter :

1° Les principaux pays de l'Europe, notamment l'Angleterre, la Belgique et la Hollande, l'Allemagne, la Russie, la Suède et la Norvège, la Suisse, l'Italie et l'Espagne;

2° Les États-Unis, en particulier New-York, Boston, Chicago, les Universités de femmes, etc.

La connaissance pratique d'au moins une langue étrangère est une condition d'obtention de la bourse.

Personnel universitaire. — M. Combemale, professeur de Clinique médicale à la Faculté de Médecine de Lille, est nommé, pour trois ans, doyen de ladite Faculté.

M. Drach, professeur de Mécanique rationnelle appliquée à la Faculté des Sciences de Poitiers, est nommé, sur sa demande, professeur de Calcul différentiel et intégral à ladite Faculté.

M. Le H. Chatelier, professeur de Chimie minérale au Collège de France, est nommé professeur de Chimie à la Faculté des Sciences de Paris.

M. Anthony, docteur ès sciences, est nommé chef des travaux du Laboratoire de Chirurgie expérimentale de l'Ecole pratique des Hautes-Etudes.

M. Hallez, professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lille, est nommé, sur sa demande, professeur d'Anatomie et d'Embryologie comparée à ladite Faculté.

M. Malaquin, docteur ès sciences, maître de Conférences de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lille, est nommé professeur de Zoologie générale et appliquée à ladite Faculté.

M. Clairin, docteur ès sciences, maître de Conférences de Mathématiques générales à la Faculté des Sciences de Lille, est nommé professeur de Mathématiques générales à la dite Faculté.

M. Le Vavasseur, maître de Conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Lyon, est nommé professeur de Calcul différentiel et intégral à ladite Faculté.

M. Nicklès, docteur ès sciences, est nommé professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Nancy.

M. Turpain, docteur ès sciences, maître de conférences de Physique à la Faculté des Sciences de Poitiers, est nommé professeur de Physique à ladite Faculté.

[1] Le verdissement des Huîtres par la Diatomée bleue. *Travaux des laboratoires, Station biologique d'Arcachon*, 10e ann., 1907, p. 1-128.

LA LIQUÉFACTION INDUSTRIELLE DE L'AIR ET L'EXTRACTION DE L'OXYGÈNE DE L'ATMOSPHÈRE

Dans un précédent article[1], nous avons décrit avec quelques détails la machine de Linde pour la liquéfaction de l'air, laquelle est fondée, comme on le sait, sur l'abaissement de température produit par la détente de l'air sans travail extérieur sensible; dans l'application de cette méthode, le savant professeur de l'École Polytechnique de Munich est arrivé à un dispositif relativement simple, dont le fonctionnement est parfait dans la pratique, pourvu que la machine marche d'une façon ininterrompue. Les caractéristiques de l'appareil Linde sont : une compression initiale de l'air à 200 atmosphères et un rendement d'environ 1/2 litre d'air liquide par cheval et par heure pour des machines de moyenne puissance. Le rendement théorique étant environ six fois le rendement pratique, il y a place pour de nombreux perfectionnements.

Nous nous proposons, dans la première partie de cet exposé, de compléter à grands traits l'histoire de la liquéfaction industrielle de l'air, ébauchée dans l'article auquel le lecteur est prié de bien vouloir se reporter, et, dans la seconde partie, d'insister sur la séparation de l'air atmosphérique en ses composants oxygène et azote, par voie purement physique, ce à quoi on arrive par une liquéfaction préalable de l'air suivie d'une véritable rectification du liquide obtenu.

I. — Liquéfaction industrielle de l'air.

Les idées qui ont conduit à la liquéfaction de l'air, à la fabrication industrielle de la glace et aux procédés de réfrigération actuellement employés sont dues au génie de Charles William Siemens; il les a clairement exposées dans un brevet anglais, vieux aujourd'hui d'un demi-siècle et qui est resté célèbre[2]. Ces idées sont au nombre de deux :

On produit du froid, puis *on l'accumule*.

Pour produire du froid, on prend de l'air ou un fluide élastique quelconque et on le comprime en ayant soin de le ramener, après sa compression, à la température ordinaire, à l'aide d'un courant d'eau ou de tout autre moyen. Cela étant, on conduit le fluide comprimé dans le cylindre d'une machine motrice, où il se détend en poussant le piston; cette détente *avec travail extérieur* permet de récupérer sous forme de travail utilisable une partie de l'énergie dépensée pendant la compression du fluide; d'autre part, elle abaisse fortement (de plusieurs dizaines de degrés) la température du fluide détendu. Si considérable qu'il soit, cet abaissement est insuffisant pour atteindre d'emblée la température critique de l'air (—140°); on obtient une réfrigération plus énergique par l'emploi d'un *échangeur de températures* ou appareil à *contre-courant*.

Imaginons qu'on entoure d'un tube concentrique le tube d'amenée d'air comprimé et qu'on envoie dans ce tube, en sens inverse de l'air comprimé qui arrive à la machine, l'air détendu et froid qui

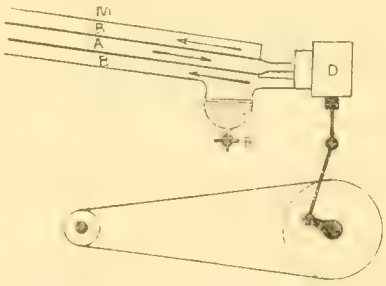


Fig. 1. — *Schéma du procédé Siemens.* — A, conduite de l'air comprimé à détendre; B, conduite de l'air détendu; M, échangeur de température; D, cylindre de détente; R, robinet de soutirage de l'air liquide.

s'échappe de celle-ci. Dans cette circulation inverse, les deux gaz vont échanger leurs températures. L'air détendu va céder son froid à l'air comprimé, qui, arrivant à la machine déjà refroidi, produira par sa détente une température un peu plus basse que celle de l'air qui l'a précédé; l'air détendu refroidira donc un peu plus l'air comprimé suivant, et ainsi de suite. Au lieu de rester stationnaire, la température s'abaissera progressivement, et, si l'appareil est soigneusement protégé contre la pénétration de la chaleur extérieure, on atteindra la *température de liquéfaction de l'air*. A partir de ce moment, l'air se résoudra partiellement en liquide et pourra être soutiré par le robinet R (fig. 1).

Constatons en passant que, dans la description d'un procédé pouvant permettre la liquéfaction de l'air et consistant dans des modifications apportées au système Windhausen pour la production du froid, Houston dit textuellement : « Il n'y a pas d'autre limite pour l'abaissement de température

[1] Voyez la *Revue* du 30 octobre 1901.

[2] C. W. Siemens : *Improvements in refrigerating and producing ice and in apparatus or machinery for that purpose*, A. D. 1857, brevet n° 2.064.

que la liquéfaction de l'azote, ou de l'oxygène, ou même de l'air[1]. »

Les essais faits par Siemens pour réaliser son procédé échouèrent[2]. Ils furent repris en 1885 par l'éminent industriel Solvay[3]. Il résume sa tentative dans les termes suivants[4] :

« A l'époque où je m'occupais de ce problème, j'avais en vue la production industrielle des températures extrêmes et notamment la liquéfaction courante des gaz.

« Dans cette voie, fort du principe théorique..... qui servait de base à mon système, je crus devoir m'imposer comme limite les compressions pratiques couramment en usage dans l'industrie et ne voulus pas dépasser 5 atmosphères de pression, ni 15 chevaux de puissance pour arriver au résultat; de même, je ne crus pas devoir employer la détente sans travail, *de réalisation beaucoup plus facile, mais de rendement beaucoup moindre*.....

« Le maximum d'abaissement de la température auquel je réussis à arriver ainsi fut de — 95°, les causes de déperdition du froid produit l'emportant ensuite sur la puissance de sa production. »

Quelques années après, le Professeur Linde portait le jugement suivant sur la possibilité de mettre en œuvre la détente avec travail extérieur pour abaisser fortement la température[5] :

« La réalisation de ce procédé (indiscutable en théorie) est contestable en pratique pour les raisons suivantes :

« Supposons que ce procédé soit appliqué à l'air atmosphérique jusqu'à la température qui doit être atteinte pour la liquéfaction; à ce moment, on a en présence tous les corps étrangers mêlés à l'air, tels que l'eau, l'acide carbonique, etc., ainsi que tous les restes de matière lubréfiante employée à l'état solide. Dans ces conditions, le fonctionnement d'un cylindre d'expansion avec ses organes de distribution devient presque impossible à réaliser. Tous ceux qui ont travaillé avec ces basses températures savent combien la manipulation d'un simple robinet présente déjà de difficultés. En outre, il serait très difficile, pour ne pas dire impossible, de protéger comme il convient pour ces basses températures le cylindre d'expansion et son mécanisme contre l'action de la chaleur extérieure. On ne pourra donc pas du tout atteindre ces températures avec un pareil dispositif. »

Si l'on résume les raisons qui ont fait échouer les premières tentatives de liquéfaction de l'air par l'emploi de la détente avec travail extérieur, on trouve :

1° La congélation des divers lubréfiants employés, d'où résultent des frottements progressifs, des grippements, puis, bien avant que la liquéfaction ait pu se produire, une immobilisation complète des organes de la machine dans laquelle s'opère la détente;

2° Le réchauffement par la chaleur extérieure.

L'impossibilité de résoudre la première difficulté, en particulier, a conduit séparément Hampson et Linde et, après eux, Sir J. Dewar, à se passer de la détente avec travail extérieur et à se contenter de la détente sans travail extérieur sensible, « de réalisation beaucoup plus facile, mais de rendement beaucoup moindre » (Solvay). Les lecteurs de la *Revue* connaissent les appareils de Sir James Dewar[1], Hampson[2] et Linde[3]; nous n'y reviendrons pas. Une conséquence nécessaire du faible rendement de ces appareils, c'est la nécessité de l'emploi d'une forte compression initiale de l'air, qui atteint 200 atmosphères.

Frappé de ces inconvénients, et malgré les insuccès de ses prédécesseurs, G. Claude attaqua à son tour le problème de la liquéfaction de l'air par la détente avec travail extérieur combinée avec un échangeur de températures.

Il fit ses essais[4] avec un moteur à piston et tiroir, dont le cylindre avait 1 litre de capacité; avec de l'air comprimé à 20 ou 25 atmosphères, cette machine développait, à la vitesse de 180 tours par minute et avec un coefficient d'admission de 1/5, une puissance maxima de près de 6 chevaux, absorbée par une dynamo. Le cylindre était en relation avec un échangeur de températures pesant près de 700 kilogs et comportant une surface d'échange de 7,5 mètres carrés. Partant de la température ambiante, il fallait assurer le graissage de la machine jusqu'aux températures très basses que l'on atteint progressivement; comme c'était la principale cause des insuccès de ses devanciers, G. Claude porta tous ses efforts de ce côté. Il trouva que, de tous les liquides connus, les corps légers retirés de la distillation du pétrole, désignés sous les noms d'*éthers de pétrole* ou de *gazoline*, qui ont une densité allant de 0,62 à 0,74, ne se solidifient pas aux températures inférieures à la température critique de l'air (— 140°). En particulier, l'éther de pétrole de densité 0,64 a la propriété de ne pas se solidifier même au point d'ébullition normale de l'azote liquide (— 194°). Ces éthers de pétrole sont, à la température ordinaire, des liquides très mobiles, sans viscosité, et par suite de très mauvais lubréfiants. Au contraire,

[1] Houston : *Journal of the Franklin Institute*, t. LXVII, p. 10; 1874.

[2] A citer également les considérations d'Armengaud sur ce sujet 1872.

[3] Voir le brevet anglais n° 13.466 du 6 novembre 1885, dans lequel, de très bonne foi, cet inventeur redécouvre la production du froid par la détente avec travail extérieur et son accumulation par un appareil à contre-courant; mais il indique aussi que la combinaison de l'échangeur de températures et de la compression des gaz considérée comme cause productrice de chaleur, conduit à l'accumulation de la chaleur et à la possibilité d'obtenir ainsi des températures élevées.

[4] E. Solvay : *C. R.*, t. CXXI, p. 1141; 1895.

[5] C. Linde : *Génie civil*, année 1897, p. 37.

[1] *Rev. gén. des Sc.*, t. VII, p. 274; 16 mars 1896.

[2] *Rev. gén. des Sc.*, t. VII, p. 329; 15 avril 1896.

[3] *Rev. gén. des Sc.*, t. XII, p. 902; 30 octobre 1901.

[4] Georges Claude : *C. R.*, t. CXXXI, p. 500; 10 sept. 1900.

au-dessous de — 120°, et jusqu'à — 190°, ils se présentent sous la forme d'une huile visqueuse, qui devient d'autant plus consistante que la température s'abaisse davantage, circonstance très favorable pour le graissage des machines motrices travaillant à de telles températures.

Dans la pratique, l'éther de pétrole est habituellement mélangé à des huiles de graissage; plus la température est basse, et plus forte doit être la proportion d'éther de pétrole. De cette façon, on peut assurer la marche de la machine depuis le commencement jusqu'à la température de liquéfaction de l'air.

Par exemple, soit de l'éther de pétrole de densité 0,64 et de l'huile de vaseline de densité 0,88 qui se solidifie vers — 60°. Au début de la marche, et jusqu'à ce que la température d'admission atteigne — 20°, on emploie de l'huile de vaseline pure; de — 20° à — 60°, on utilise un mélange de 50 °/₀ de cette huile de vaseline et de 50 °/₀ d'éther de pétrole de densité 0,64. De — 60° à — 120°, on se sert d'un mélange à 75 °/₀ d'éther de pétrole; de — 120° à — 160°, le mélange ne contient plus que 10 °/₀ d'huile de vaseline contre 90 °/₀ d'éther de pétrole. A partir de — 160° et jusqu'à la température de l'air liquide, on emploie comme lubréfiant l'éther de pétrole pur [1].

Dans l'essai de G. Claude, la température à l'échappement, indiquée par des couples thermo-électriques fer-constantan, s'est abaissée en une heure et demie à — 140°; à partir de ce moment, *tout graissage ayant été supprimé*, la température à l'échappement s'est abaissée progressivement à — 171° sans que la marche de la machine cessât d'être absolument silencieuse et parfaite pendant plusieurs heures de suite.

L'explication de ce fait est la suivante : l'air liquide *mouille* les métaux; on pouvait donc penser qu'à l'exemple de l'anhydride sulfureux il serait un lubréfiant des surfaces métalliques, et que, dès son apparition dans le cylindre, du fait de la détente, la lubréfaction serait assurée automatiquement. Le fonctionnement de la machine au-dessous de — 140°, en dehors de toute espèce de graissage, paraît bien démontrer que l'hypothèse de l'*autolubréfaction* par l'air liquide est justifiée; toutefois, la quantité d'air liquide produite a été trop faible pour être recueillie.

Dans des essais ultérieurs et avec la même méthode, l'auteur a réussi à obtenir de l'air liquide, les rendements ne s'étant néanmoins jamais élevés à plus de 0,2 litre par cheval et par heure.

Ces faibles rendements sont attribuables à trois causes distinctes :

1° L'air liquide n'est pas un bon lubréfiant, de sorte que son apparition dans le cylindre produit une aggravation notable des frottements, d'où dégagement de chaleur et détermination d'une partie de l'air liquide formé;

2° La détente étant poussée jusqu'à la pression atmosphérique, et une partie de l'air détendu se liquéfiant spontanément à la fin de cette détente, la température finale est forcément le point d'ébullition normale de l'air liquide, soit — 190°,5. La partie non liquéfiée de l'air, qui en forme plus des neuf dixièmes, quitte donc la machine à cette température très basse pour entrer dans l'échangeur, où elle refroidit énergiquement l'air comprimé, lequel arrive à la machine de détente vers — 140°. Dans ces conditions, la détente avec travail extérieur fournit des résultats médiocres à cause de l'extrême contraction de l'air;

3° Cette même contraction a pour conséquence la nécessité d'introduire dans le cylindre de détente beaucoup plus d'air comprimé qu'il ne le faudrait (90 °/₀ en plus, d'après les travaux de Witkowski, en supposant une température d'admission de — 135° et une pression de 40 atmosphères).

On évite ce triple inconvénient d'un seul coup par la liquéfaction de l'air sous pression.

A cet effet, au lieu d'envoyer directement dans l'échangeur M l'air à — 190°,5 sortant de la machine, G. Claude intercale sur sa route un liquéfacteur L, c'est-à-dire un système tubulaire alimenté d'air froid sous pression par une dérivation du circuit d'alimentation de la machine. Sous l'action simultanée de sa propre pression et du froid extrême de l'air détendu qui circule autour de lui, l'air se liquéfie; mais, à cause de la pression, sa température de liquéfaction est plus élevée et elle peut atteindre — 140°, température critique de l'air, si la pression est de 40 à 50 atmosphères. En même temps, l'air détendu venant de la machine se réchauffe vers — 140°, puis pénètre dans l'échangeur et ne refroidit plus l'air comprimé qui arrive que vers — 100°.

En relevant ainsi de — 135° à — 100° la température initiale de la détente sous la pression de 40 atmosphères, on réduit de 90 °/₀ à 20 °/₀ seulement le supplément de dépense de l'air comprimé résultant de l'inexactitude de la loi de Mariotte, en même temps qu'on produit un travail d'expansion plus élevé à chaque cylindrée.

Dans ces conditions, le mécanisme de la liquéfaction est complètement changé. Au lieu que chaque détente s'achève par une abondante liquéfaction dans l'intérieur même du cylindre D, c'est tout au plus si elle se termine maintenant par l'apparition d'une légère buée. Tout l'acte de la liquéfaction est reporté dans le liquéfacteur L (fig. 2).

[1] Claude : Brevet allemand n° 165.744, 2 février 1900.

Il n'y a plus à compter sur l'autolubréfaction et il faut graisser d'une manière permanente à l'éther de pétrole, ce qui est un nouvel avantage puisque l'air liquide est un médiocre lubréfiant. Le triple perfectionnement réalisé en relevant la température

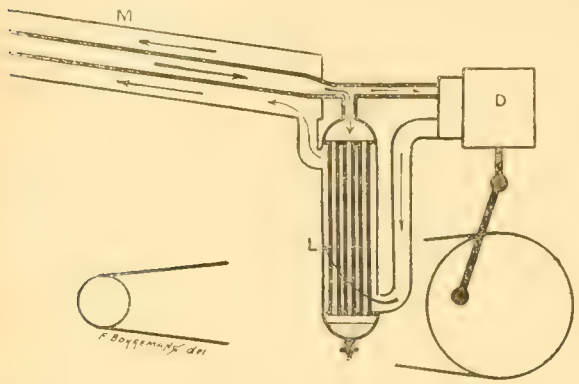


Fig. 2. — *Liquéfaction sous pression.* — M. échangeur; D. cylindre de détente; L, liquéfacteur.

de détente avec travail extérieur, en réduisant à peu de chose la contraction anormale de l'air qui n'obéit plus à la loi de Mariotte, et en assurant une bonne lubréfaction à l'intérieur de la machine fait plus que tripler le rendement de la liquéfaction par simple détente, qui de 0,2 litre passe à 0,66 litre d'air liquide par cheval et par heure, ce qui est supérieur au rendement de l'appareil de Linde.

On peut encore faire mieux. En effet, dans le dispositif à liquéfacteur, dès que la détente de chaque cylindrée commence, il se produit une chute de température considérable. Il en résulte que si, grâce au relèvement de la température initiale réalisée par la liquéfaction sous pression, le début de la détente se fait dans de bonnes conditions, la fin de celle-ci s'effectue mal à cause du trop grand abaissement de la température et de l'inexactitude de la loi de Mariotte qui en est la conséquence. On obvie à cet inconvénient en faisant la détente en deux fois. La première détente, qui s'effectue en A (fig. 3), est arrêtée un peu au-dessous de la température critique de l'air, soit vers —160°. L'air partiellement détendu est alors conduit dans le premier liquéfacteur L, alimenté par une partie de l'air comprimé à 40 atmosphères du circuit d'alimentation. Il en provoque la liquéfaction à —140°, en se réchauffant lui-même à cette température; ainsi réchauffé, il entre dans un second cylindre B accomplir dans de meilleures conditions le reste de sa détente; après quoi, il est envoyé dans un deuxième liquéfacteur L', analogue au premier, pour provoquer une deuxième liquéfaction, puis il retourne à l'échangeur M, où il circule en sens inverse de l'air comprimé entrant.

Tel est le principe de la liquéfaction compound[1], dans laquelle les étapes de la détente pourraient être multipliées, de façon à tendre vers la détente isotherme à la température critique de l'air. Le rendement, évalué en air liquide, soutiré à la pression atmosphérique, de densité voisine de 1 et titrant 35 % d'oxygène, est de 0,85 litre par cheval et par heure. Ce qui précède montre que, si l'on réussissait à élever de nouveau la température de régime des appareils précédents, on améliorerait encore le rendement. Il suffit pour cela d'utiliser la température critique de l'oxygène (— 118°), qui est plus élevée de 22° que celle de l'air, et d'alimenter avec de l'oxygène comprimé à sa pression critique (50 atm. 8) les liquéfacteurs L, L' de la liquéfaction compound. Dans ces conditions, on atteint un rendement de 0,95 litre par cheval et par heure[2].

On peut encore aller plus loin, et remarquer, avec G. Claude, qu'il n'est pas nécessaire que le gaz comprimé qui alimente le ou les liquéfacteurs soit le même que celui qui se détend en produisant du travail extérieur. Des deux gaz principaux de l'air, l'oxygène étant celui dont la température critique est la plus haute et l'azote celui qui, aux très basses températures, reste le plus voisin de l'état parfait à cause de sa température critique moins élevée, on obtiendra le rendement le plus élevé possible en alimentant le ou les liquéfacteurs avec de l'oxygène comprimé à sa pression critique, le

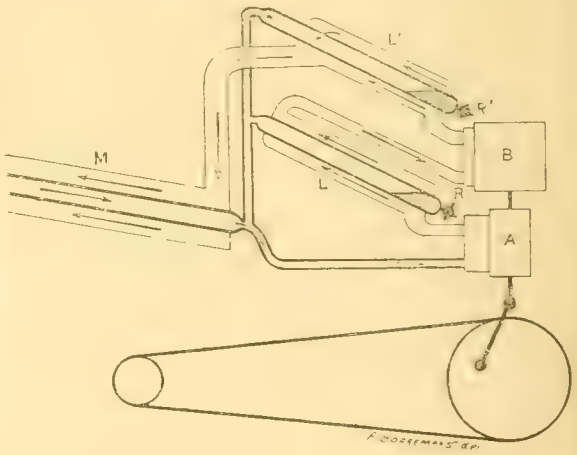


Fig. 3. — *Liquéfaction compound.* — M, échangeur; L, L', liquéfacteurs; R, R', robinets de soutirage de l'air liquide; A, B, cylindres de détente.

gaz qui se détend dans le ou les cylindres étant de l'azote pur[3].

Si l'on remarque que l'oxygène et l'azote se produisent simultanément dans les appareils à oxygène

[1] G. Claude : *C. R.*, t. CXLII, p. 1333; 11 juin 1906.
[2] G. Claude : *C. R.*, t. CXLIII, p. 583; 22 octobre 1906.
[3] Brevet français n° 370.850 du 4 janvier 1906.

qui constituent actuellement l'application capitale de la liquéfaction de l'air, et que tout le gaz emprunté à l'appareil à oxygène pour alimenter les liquéfacteurs retourne à l'appareil après liquéfaction, on en conclura qu'il y a de ce chef une amélioration très nette du rendement sans augmentation appréciable de dépense.

La détente avec travail extérieur est celle qui utilise le mieux l'énergie du gaz comprimé, donc celle qui, toutes choses égales, donne le plus fort abaissement de la température du gaz. Or, on peut imaginer deux réalisations différentes de ce moyen efficace de refroidissement. L'idée la plus simple, celle de C. Siemens, de Solvay, est d'effectuer la détente dans le cylindre d'une machine dont elle met le piston en mouvement; mais on se heurte, dans la pratique, à la difficulté du graissage des surfaces frottantes aux températures auxquelles existe l'air liquide, et il a fallu, pour vaincre cette difficulté, que G. Claude découvrit le pouvoir lubréfiant de l'éther de pétrole aux très basses températures.

On peut aussi utiliser le jet du gaz comprimé sortant avec force par un orifice étroit pour faire marcher une turbine effectuant un travail extérieur, auquel cas l'air détendu se liquéfie partiellement; cette idée, complétée par l'emploi d'un échangeur de températures qui utilise le froid du gaz détendu non liquéfié pour refroidir le gaz comprimé qui arrive, a été proposée pour la première fois par Lord Rayleigh[1] et reprise par un ingénieur anglais, Thrupp[2].

On peut utiliser une forme quelconque de turbine à grande vitesse, mais il est nécessaire de maintenir l'axe, les paliers et toute autre partie frottante à une certaine distance de la chambre de détente, dans le double but d'éviter les frottements au voisinage de l'air froid et d'empêcher la solidification de l'huile. Le haut degré de détente nécessaire pour liquéfier l'air semble exiger une forte pression initiale. La figure 4 illustre l'idée de l'inventeur. L'air venant du compresseur passe dans l'échangeur D par une série de serpentins d contenus dans des espaces annulaires d^2 disposés de façon que le gaz comprimé et le gaz détendu cheminent partout en sens contraire, ainsi que le montrent les flèches de la figure. Le tube d'amenée de l'air comprimé se termine par un serpentin central qui conduit le gaz à la turbine E par l'intermédiaire de la soupape d'arrêt P. L'air liquéfié par la détente s'échappe tangentiellement de la turbine et coule dans le tube U qui se décharge dans le réservoir G; celui-ci, dont le couvercle est fermé, est muni au fond d'un tube de soutirage g et d'un trop-plein V. Le gaz, détendu et froid, comme celui qui s'échappe directement de la turbine E, passe dans l'échangeur D et de là dans la chambre H; celle-ci contient un tube central h, qui s'ouvre à sa partie supérieure dans l'atmosphère et à sa partie inférieure dans la chambre H. L'air extérieur est aspiré dans le tube h pour remplacer celui qui a été liquéfié; il est refroidi par l'air détendu qui circule autour de lui et qui condense son humidité, laquelle est évacuée au dehors par le trop-plein h^2. Enfin, l'air détendu et l'air récemment aspiré s'en vont par h^3 à l'aspiration du compresseur.

L'appareil de Thrupp ne paraît pas avoir été réalisé, bien que sa conception soit parfaitement logique. La seule chose qu'on puisse lui objecter,

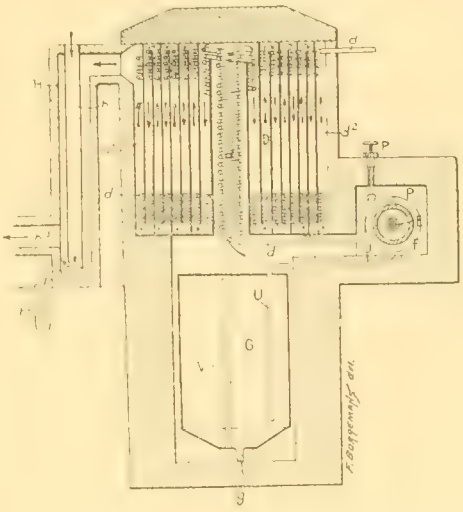


Fig. 4. — *Liquéfaction par le procédé Thrupp.* — D, échangeur; d, serpentins échangeurs; d^2, espaces annulaires; P, soupape d'arrêt; E, turbine; U, tuyau de décharge du liquide; G, réservoir de liquide; g, soutirage; V, trop-plein; h, tube d'amenée d'air; h^2, évacuation de l'humidité de l'air; h^3, aspiration au compresseur.

c'est que sa détente avec liquéfaction spontanée sous la pression atmosphérique se heurte aux désavantages explicités page 699 et qui tiennent à ce que le gaz, trop éloigné de la loi de Mariotte, se détend mal, tout en exigeant un travail supplémentaire de compression aussi inutile qu'énorme; d'autre part, le mouvement très rapide de la turbine rend difficile le rassemblement du liquide, dont une partie de la force vive se transforme en chaleur; le rendement de l'appareil de Thrupp, nécessairement, ne pourrait être que médiocre.

Dans le même ordre d'idées, il convient de citer un dispositif dû à Raoul Pictet[1] et dans lequel l'air, d'abord desséché, est comprimé à la pression critique; cela fait, il est refroidi jusqu'à sa température

[1] Lord Rayleigh : *Nature*, t. LVIII, p. 199 (1898).
[2] E. C. Thrupp : Brevet anglais n° 26.767 du 19 déc. 1898.

[1] Raoul Pictet : Brevet anglais n° 2.713 du 8 février 1901.

critique (de — 140° à — 145°) par une circulation d'éthylène liquide refroidie elle-même par une circulation de « liquide Pictet »[1]. Dans ces conditions, l'air se liquéfie sensiblement au point critique. On le laisse alors se détendre jusqu'à la pression atmosphérique en dirigeant le jet d'air liquide contre les ailettes d'une turbine qui produit un travail extérieur récupérable, ce qui évite l'échauffement qui se produirait si les gouttelettes d'air liquide heurtaient les parois fixes d'un réservoir, comme cela arrive dans le dispositif de Thrupp.

La figure 5 représente une coupe du dispositif Pictet. Le récipient annulaire AAAA contient le liquide Pictet, dont les vapeurs, constamment aspirées à travers l'orifice L par le compresseur G, sont comprimées par celui-ci dans le condenseur H, où elles demeurent liquéfiées en abandonnant leur

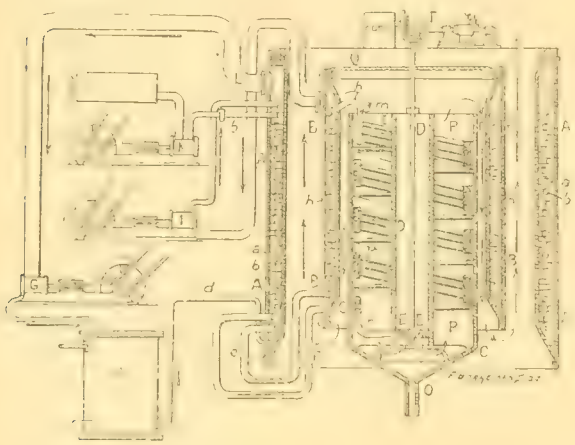


Fig. 5. — *Liquéfaction par le procédé R. Pictet.* — K, compresseur à air; *b*, serpentin plongé dans le liquide Pictet; *e*, conduite d'air comprimé refroidi; *h*, serpentin noyé dans l'éthylène; C, échangeur; *n*, tubulure de sortie de l'air liquide; E, turbine; D, D, réservoir central; O, collecteur de liquide; P, canal en spirale.

chaleur de vaporisation à un courant d'eau ordinaire qui circule constamment. Le liquide Pictet régénéré rentre dans le récipient A par le tube *d* et y remplace celui qui est évaporé en maintenant constant le niveau de ce liquide.

Le second récipient annulaire BBBB contient l'éthylène liquide, dont les vapeurs sont aspirées par le compresseur I, puis comprimées dans le serpentin *a* (noyé dans le liquide Pictet), où elles se liquéfient; l'éthylène liquide rentre en B par le tube *f* et y maintient le niveau constant.

Le compresseur K comprime à 50-53 atm. l'air sec; cet air entre dans le serpentin *h* (noyé dans le liquide Pictet de A) et y est refroidi à — 60° ou — 80°; il en sort par le tube *e* pour entrer dans le serpentin *hh* (noyé dans l'éthylène liquide de B), où il se liquéfie. L'air liquide, à la pression de 50-53 atm., entre dans le troisième espace CCCC, qui forme échangeur de températures, par un triple serpentin qui aboutit à une tubulure de sortie *n*, d'où le liquide s'échappe sous forme de jet contre les ailettes d'une turbine à axe vertical EE, placée dans un réservoir central DD; cette turbine actionne à l'extérieur une dynamo. L'air liquide tombe à la partie inférieure et est soutiré par l'orifice O, tandis que la partie de l'air évaporée dans la turbine remonte par le canal spiral P et sert à abaisser la température de l'air liquide qui descend vers la turbine pour s'y détendre.

Pour être complet, il convient de citer que la détente avec travail extérieur sur turbine a donné lieu à des essais intéressants de la part de MM. Cailletet et Leblanc.

Avec la récente machine à air liquide de Raoul Pictet, nous revenons à la détente avec travail extérieur telle que Charles Siemens l'a conçue et que G. Claude l'a réalisée le premier.

L'air atmosphérique, comprimé sous une pression de 60 atm., est privé de son humidité[1] par des appareils compliqués qu'une simple colonne de chlorure de calcium anhydre ou de potasse solide pourrait remplacer[2]. Cet air est refroidi d'abord vers — 80° par l'évaporation du liquide Pictet, qui subit un cycle fermé de transformations. A — 80° et sous la pression de 60 atm., il se rend dans le cylindre de détente d'une machine à simple effet, par l'intermédiaire d'un échangeur de températures qui l'amène progressivement à — 120° et qui est parcouru en sens contraire par l'air froid détendu qui ne s'est pas liquéfié. L'air à — 120°, et sous pleine pression, entre dans le cylindre dont il remplit 7 à 8 °/₀ et se détend ensuite adiabatiquement en poussant le piston. Lorsque celui-ci est à bout de course, il démasque des orifices percés dans les parois en forme de couronne et par où s'échappe l'air liquéfié, dont le rassemblement est facilité par la disposition un peu oblique du cylindre.

Il serait intéressant de savoir comment ce sys-

[1] Mélange des anhydrides sulfureux et carbonique liquides, auquel l'auteur attribue des qualités toutes particulières (voir *C. R.*, t. C, p. 328; 1885).

[1] La dessiccation de l'air destiné à être liquéfié s'impose sous peine de voir rapidement les canalisations obstruées par des bouchons de glace; au contraire, l'acide carbonique semble être peu gênant dans un système de détente. Cependant, la plus grande partie du brevet R. Pictet demandé pour perfectionnements dans les appareils destinés à la production de l'air liquide (brevet n° 324.715 du 24 septembre 1902) est consacrée aux inconvénients de l'acide carbonique de l'air.

[2] Cet emploi de la potasse caustique, non seulement pour enlever à l'air sa vapeur d'eau, mais encore pour en éliminer l'acide carbonique, a été indiqué dès 1885 par Wroblewski (*Wied. Ann.*, t. XXV, p. 371) et employé plus tard par Hampson (brevet anglais n° 10.165, 1895), qui a jugé bon de le revendiquer.

tème est lubréfié, mais le brevet est muet sur ce point. La machine à air liquide Raoul Pictet, comme la machine antérieure de G. Claude sans liquéfacteur, ne peuvent donner qu'un rendement en air liquide inférieur à celui de la machine Linde. Ce n'est, en effet, que par l'application de la liquéfaction sous pression (Claude) que la détente avec travail extérieur a fourni des résultats pratiques en rapport avec sa supériorité théorique sur la détente sans travail extérieur sensible (Linde).

II. — Extraction de l'oxygène et de l'azote de l'air.

La liquéfaction de l'air est un problème de Physique qui est intéressant par sa difficulté même, bien qu'en réalité il soit beaucoup plus aisé qu'on ne se l'était d'abord imaginé.

Si, pour les physiciens, cette question se suffit à elle-même, il n'en est plus ainsi pour les industriels. Les ingénieurs ne se sont acharnés après la liquéfaction de l'air, dont l'intérêt physique est nul pour eux, que parce qu'elle est intimement liée à la question, vitale pour l'industrie, de l'extraction de l'oxygène de l'air à bon marché. Nous allons, dans ce qui suit, tracer à grands traits l'histoire des idées.

L'air liquide, mélange d'oxygène et d'azote liquides, émet une vapeur qui est un mélange d'oxygène et d'azote gazeux; il appartient donc à la catégorie des *mélanges doubles*[1]. Au point de vue de la loi des phases, il est composé de deux constituants indépendants O et Az et de deux phases, une liquide et une gazeuse; c'est donc un système bivariant, c'est-à-dire que, si l'on se donne arbitrairement deux variables du système, celui-ci est généralement déterminé, sauf quelques cas d'ambiguïté qui ne se présentent pas dans la question qui nous occupe spécialement.

Si donc on se donne la température et la pression, les propriétés de l'air liquide et de la vapeur en équilibre avec lui sont déterminées. Pour une valeur fixe de la pression, la composition du liquide et celle de la vapeur sont fonctions de la seule température. Considérons en particulier le cas de la pression atmosphérique. Grâce aux expériences de Baly[2], les propriétés du liquide et de la vapeur sont résumées par la courbe ci-contre (fig. 6), dont les abscisses représentent la teneur du liquide en oxygène (on suppose le liquide vaporisé, la teneur en oxygène est alors le volume de l'oxygène exprimé en centièmes du volume total) et les ordonnées la teneur en oxygène de la vapeur.

[1] P. Duhem : *Thermodynamique et Chimie*, p. 239.
[2] Baly : *Phil. Mag.*, 5e série, t. XLIX, p. 517, 1900.

En particulier, les mélanges liquides correspondant aux différents points de l'axe des abscisses ont chacun un point d'ébullition déterminé sous la pression atmosphérique. L'origine des coordonnées représente l'azote liquide pur, dont le point d'ébullition normal est — 194°. Les points d'ébullition des mélanges liquides de O et de Az s'élèvent progressivement depuis — 194° jusqu'à — 180°,5, qui est celui de l'oxygène liquide pur. Il en serait de même sous toutes les pressions, l'air liquide appartenant au cas général des mélanges doubles dont les vapeurs n'ont jamais la même composition que les liquides qui les engendrent et qui sont en équilibre avec elles.

La courbe de Baly résume *quantitativement* toutes les propriétés de l'air liquide sous la pression atmosphérique que nous aurons à invoquer dans la

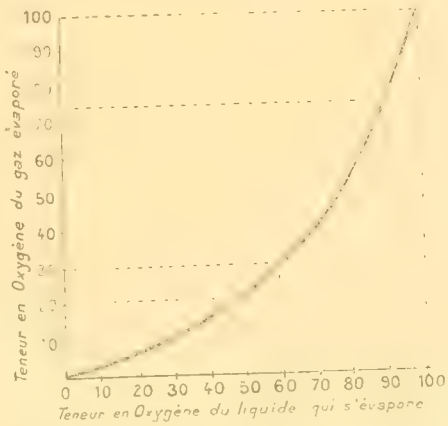


Fig. 6. — *Courbe d'évaporation de l'air liquide, d'après Baly.*

suite de cet article; elle permettra aussi bien de préciser la vaporisation des mélanges d'oxygène et d'azote liquides sous la pression atmosphérique que la condensation de l'air gazeux sous la même pression. Sous les autres pressions, et en particulier sous des pressions de quelques atmosphères, la courbe de Baly pourra être utilisée *qualitativement*; vu que sa forme demeure sensiblement la même quand la pression varie.

A une température donnée et sous une pression donnée, que l'on vaporise de l'air liquide ou que l'on comprime de l'air en présence du produit de sa liquéfaction, le résultat final est nécessairement le même. On a, par suite, quelque peine à comprendre comment des hommes éminents ont pu croire que, dans le phénomène de la liquéfaction de l'air, ce mélange passait à l'état liquide *d'un seul bloc*, sans changer de composition, alors qu'on sait, par expérience, que, lorsqu'il s'évapore sous la pression atmosphérique, c'est surtout l'azote qui s'en va, le liquide restant s'enrichissant en oxygène.

La dissymétrie de la liquéfaction de l'air et de l'évaporation de l'air liquide dans les mêmes conditions de température et de pression est absolument contraire à la loi des phases, et si nous ne savions combien la vérité démontrée paraît simple à ceux qui la possèdent, nous nous étonnerions qu'il ait fallu les travaux de Lesueur et Claude pour rectifier nos idées sur ce point.

Ce qu'il y a de capital dans la courbe de Baly, c'est que, l'oxygène et l'azote purs mis à part, tous les mélanges liquides émettent des vapeurs moins riches qu'eux en oxygène; le phénomène *s'exagère* pour les liquides pauvres, lesquels émettent des vapeurs renfermant une proportion d'oxygène incomparablement plus faible que celle du liquide.

La conséquence, c'est que, lorsqu'on liquéfie l'air sous la pression atmosphérique par abaissement de température, c'est surtout l'oxygène qui passe à l'état liquide, au moins dans les premières portions.

On pourrait être tenté de faire le raisonnement suivant : Prenons de l'air atmosphérique sec refroidi par de l'air liquide et comprimons-le légèrement à deux atmosphères, par exemple; la proportion de l'oxygène en volume étant environ de 1/5, la pression qu'il supporte, en vertu de la loi du mélange des gaz, est 2/5 d'atmosphère, tandis que celle de l'azote est 8/5 d'atmosphère; conclusion : *l'azote, tout d'abord, va seul se liquéfier*; c'est un raisonnement de cet ordre que l'on trouve à la base d'un brevet Raoul Pictet relatif à l'extraction des éléments de l'air atmosphérique[1]. Appliquer à la liquéfaction d'un mélange gazeux la loi de Dalton qui n'est valable que pour les gaz presque parfaits et au voisinage immédiat de la pression atmosphérique, c'est commettre une erreur.

Etant donné de l'air liquide, proposons-nous de séparer l'un de l'autre, par voie purement physique, l'oxygène et l'azote. Cette séparation pourra n'être que partielle et aboutir à des mélanges beaucoup plus riches en oxygène que l'air atmosphérique; on a alors l'*air suroxygéné*. Ou bien, la séparation est totale et l'on aboutit à l'oxygène et à l'azote purs, gazeux ou liquéfiés. Commençons par le premier problème, de beaucoup le plus simple.

§ 1. — Enrichissement de l'air en oxygène.

La première idée qui vient à l'esprit consiste à évaporer purement et simplement l'air liquide. On peut prévoir ce qui se passera au moyen de la courbe de Baly. Supposons que l'on opère avec un liquide ayant la composition de l'air atmosphérique, c'est-à-dire titrant 21 °/₀ d'oxygène en volume; d'après la courbe, la vapeur correspondante titre seulement 7 °/₀ d'oxygène.

Les premières parties qui s'évaporent constituent un air trois fois moins riche en oxygène que le liquide générateur; par suite, celui-ci s'enrichit en oxygène. La vapeur émise ensuite contient une proportion d'oxygène également plus forte, mais beaucoup moindre toutefois que celle du liquide. L'enrichissement du liquide en oxygène continue donc constamment. Lorsque le liquide titre 48 °/₀ d'oxygène, la vapeur titre 21 °/₀, ce qui est la composition de l'air atmosphérique; lorsque la teneur du liquide atteint 60 °/₀, celle de la vapeur atteint 30 °/₀. A partir du moment où le titre atteint la proportion qu'on désire, on recueille la vapeur qui était perdue jusque-là en tant qu'oxygène.

Cette manière de faire a deux gros inconvénients : elle laisse s'échapper en pure perte une partie énorme des gaz vaporisés et elle ne récupère pas le froid de l'air liquide, ou, ce qui revient au même, l'énergie qu'il faudrait dépenser pour créer ce froid. Le rendement est déplorable et le prix de revient du mètre cube d'air suroxygéné d'autant plus élevé que la teneur en oxygène est plus haute.

Au lieu de cela, vaporisons l'air liquide à l'aide d'une source de chaleur qui ne sera autre que de l'air ordinaire, légèrement comprimé, à 2 ou 3 atmosphères par exemple. Dans ces conditions, l'air va se liquéfier en dégageant sa chaleur de vaporisation, laquelle servira à évaporer une certaine quantité de l'air liquéfié.

Avec cette manière de faire, il y a *récupération* du froid de l'air liquide.

Dans ce qui précède, la récupération ne concerne que la chaleur de vaporisation de l'air liquide; elle doit être complétée par celle de la chaleur spécifique de la vapeur produite. On atteindra cette dernière en faisant passer l'oxygène et l'azote vaporisés et froids dans des appareils à contre-courant parcourus en sens contraire par l'air comprimé qui arrive pour être traité. La récupération ainsi réalisée serait même totale s'il n'y avait pas toujours apport d'un peu de chaleur extérieure; à cause de cela, la récupération ne sera que partielle et la quantité d'air condensée toujours inférieure à la quantité d'air liquide évaporée.

L'appareil le plus simple, et qui se déduit directement des principes que nous venons d'énoncer, pourrait consister dans le dispositif schématique suivant, que nous donnons pour fixer les idées (fig. 7). Un récipient V contient l'air liquide à évaporer; un faisceau tubulaire XY, muni d'un collecteur de liquide C, y est immergé. Ce faisceau XY est alimenté d'air comprimé sous une pression de 3 à 4 atmosphères. Cet air se liquéfie d'autant plus aisément qu'il arrive refroidi par son passage dans l'échangeur M en sens inverse des gaz vaporisés dont il retient le froid. A mesure que l'air sous

[1] R. Pictet : Brevet français n° 295.002 du 6 décembre 1899.

pression se liquéfie en XY et se collecte en C, l'air liquide extérieur se vaporise en quantité correspondante. C'est d'abord du gaz à 7 °/₀ d'oxygène qui se dégage; mais, petit à petit, la teneur s'élève.

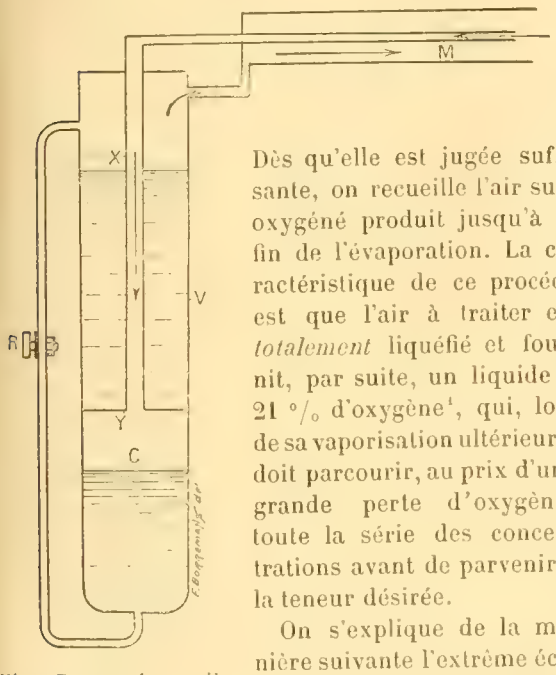


Fig. 7. — *Appareil schématique pour l'extraction de l'oxygène de l'air.* — XY, tube de liquéfaction d'air; C, collecteur de liquide; R, tube de remontée d'air liquide; V, récipient vaporiseur; M, échangeur.

Dès qu'elle est jugée suffisante, on recueille l'air suroxygéné produit jusqu'à la fin de l'évaporation. La caractéristique de ce procédé est que l'air à traiter est *totalement* liquéfié et fournit, par suite, un liquide à 21 °/₀ d'oxygène[1], qui, lors de sa vaporisation ultérieure, doit parcourir, au prix d'une grande perte d'oxygène, toute la série des concentrations avant de parvenir à la teneur désirée.

On s'explique de la manière suivante l'extrême économie à laquelle permettent d'atteindre les procédés d'extraction de l'air liquide fondés sur la liquéfaction.

Un kilogramme d'air à la pression atmosphérique, passant de l'état gazeux à + 20° à l'état liquide à — 190°, doit absorber : 1° à l'état de chaleur spécifique 0,234 × 210° = 49 cal. 1; 2° la chaleur de vaporisation, qui est d'environ 51 calories, ce qui donne un total de 100 calories environ. L'énergie frigorifique statique de 1 kilogramme d'air est donc mesurée par ces 100 calories.

Or, les imperfections de la récupération tiennent à l'imperfection des échangeurs et aux rentrées de chaleur extérieure, ces deux causes étant à peu près équivalentes dans un appareil de moyenne importance.

[1] En réalité, tout le long d'un tube de condensation tel que XY, il faut admettre qu'il se forme des chapelets de liquide et de vapeur qui segmentent ce tube. Les premières gouttes de liquide qui se forment à la partie supérieure d'un tube XY sont constituées par de l'air à 48 °/₀ d'oxygène environ; dans la portion immédiatement au-dessous, l'air étant plus riche en azote donne un liquide plus pauvre en oxygène et, par suite, plus froid, en sorte que la température va en baissant de X en Y en même temps que la teneur du liquide en oxygène. La chute des gouttelettes mêle toutes ces portions et reconstitue un air liquide de composition sensiblement identique à celle de l'air comprimé qui alimente le faisceau tubulaire.

L'expérience montre que la température de l'air sortant d'un bon échangeur est d'environ 10° plus basse que celle de l'air entrant, d'où résulte une perte de 2 cal. 34 par kilogramme d'air; en doublant cette perte pour tenir compte des rentrées de chaleur, on trouve un déficit total d'environ 5 calories ou de 5 °/₀; par suite, avec 1 kilogramme d'air liquide, on pourra traiter 19 kilogrammes d'air comprimé.

Parmi les procédés qui utilisent la vaporisation fractionnée de l'air liquide, nous citerons ceux de Parkinson (1892), Linde (1895), Hampson (1896), Pictet (1899).

Dans le procédé de Parkinson (fig. 8), l'air est comprimé à faible pression dans un ventilateur A, puis envoyé par un tuyau dans un échangeur B, où il est refroidi par les gaz vaporisés en E. De l'échangeur B, l'air comprimé et refroidi est amené dans le tube C, refroidi par l'air liquide de D; il s'y liquéfie et tombe en E, où il peut être vaporisé de différentes façons, par exemple au moyen d'air atmosphérique. L'air vaporisé en D, grâce à la liquéfaction concomitante en C, est aspiré en P, comprimé, puis refoulé en H, où il est refroidi par un bain de bioxyde d'azote liquide et finalement liquéfié, après quoi il retourne en D.

Dans ce procédé, on trouve le premier exemple d'une vaporisation progressive de l'air liquide avec récupération de la chaleur spécifique des gaz vaporisés et de la chaleur latente de l'air liquide qui

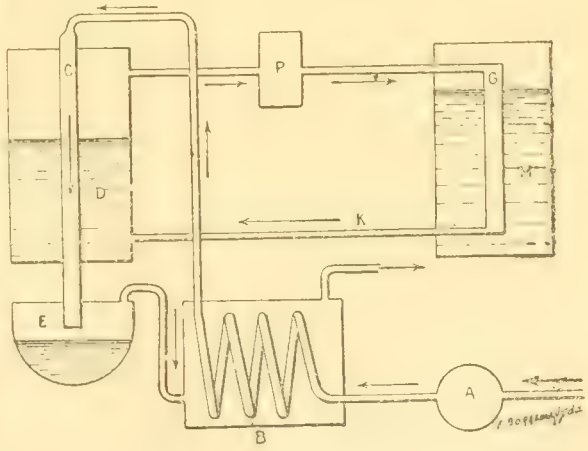


Fig. 8. — *Schéma de l'appareil de Parkinson.* — A, ventilateur; B, échangeur; C, tube liquéfacteur; D, récipient à air liquide; E, récipient vaporiseur; P, pompe; G, tube liquéfacteur; H, récipient à protoxyde d'azote; K, tube d'amenée d'air liquide.

sert d'agent de liquéfaction. L'auteur, cependant, ne spécifie pas à cet effet de dispositif particulier tout à fait rationnel.

L'appareil de Linde (fig. 9) se compose d'une machine à air liquide analogue à celle que connaissent les lecteurs de la *Revue* (compresseur C,

pompe d'alimentation P, refroidisseur à eau K, échangeur G^1 avec soupape de détente R^1, collecteur de liquide V^1).

On y adjoint deux échangeurs de températures G^2,G^3 et un récipient à air liquide V^2 contenant un serpentin *s*. De V^1 l'air liquide est amené, à travers la soupape R^3, dans le récipient V^2, où règne la pression atmosphérique; grâce à la différence de pression, une partie de l'azote de ce liquide se vaporise. D'autre part, on fait arriver dans le serpentin *s* et à travers l'échangeur G^3 de l'air comprimé sortant du refroidisseur K; la chaleur cédée par cet air produit une nouvelle évaporation de l'azote, le liquide restant, qui est riche en oxygène, pouvant être évacué au dehors par le robinet *h*. Le gaz riche en azote, vaporisé en V^2, parcourt l'échangeur G^2 et refroidit, avant sa sortie, l'air comprimé qui arrive en *s*. D'autre part, on peut obtenir un

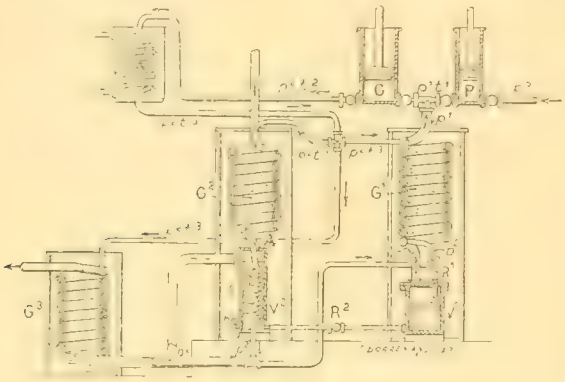


Fig. 9. — *Schéma de l'appareil de Linde.* — P, pompe d'alimentation; C, compresseur; K, refroidisseur à eau; G^1, échangeur de la machine à air liquide; G^2, échangeur à azote; G^3, échangeur à oxygène; R, soupape de détente; V^1, récipient collecteur de liquide; V^2, récipient vaporiseur; *s*, serpentin refroidisseur d'air comprimé.

gaz riche en oxygène en faisant passer le liquide résiduel du récipient V^2 dans l'échangeur G^3; cet air suroxygéné, avant sa sortie de l'appareil, est vaporisé et réchauffé par une dérivation d'air comprimé à haute pression. Celui-ci, ainsi que l'air ayant passé dans le serpentin *s*, est ramené au bout froid de l'échangeur G^1 et se détend avec l'air comprimé du circuit de la machine à air liquide.

Dans ce procédé, il y a une récupération du froid plus parfaite que dans le procédé Parkinson, sans qu'on puisse dire qu'elle soit entièrement satisfaisante; les chaleurs spécifiques des corps gazeux sont encore complètement récupérées, mais il semble difficile de distinguer dans quelle proportion la chaleur de vaporisation des liquides qui s'évaporent en V^2 et en G^3 est utilisée pour la liquéfaction de l'air en *s* et en G^3 ou seulement pour son refroidissement.

En effet, d'après l'auteur, l'air comprimé qui coule en *s* et en G^3 avant de se détendre en R^2 serait simplement refroidi et non liquéfié[1] comme cela doit être en vertu du raisonnement du bas de la page 705. En supposant que Linde ait raison, cette utilisation de la chaleur latente de l'air liquide serait mauvaise, car *la chaleur de vaporisation du liquide qui s'évapore doit rationnellement servir à liquéfier une partie correspondante sensiblement égale de l'air comprimé et non simplement à le refroidir*. Il semble donc que l'auteur ne se soit pas rendu compte du fonctionnement exact de son procédé lorsque celui-ci a vu le jour. Plus tard[2], Linde semble avoir voulu corriger sa première manière de voir, car la rédaction de son brevet américain et l'addition d'un certain nombre de robinets au dessin qui y est adjoint paraissent indiquer que le fonctionnement de l'appareil ne va pas sans un bon réglage adéquat des dérivations du courant gazeux qui, venant de K, peut aller en G^1, G^2 ou G^3.

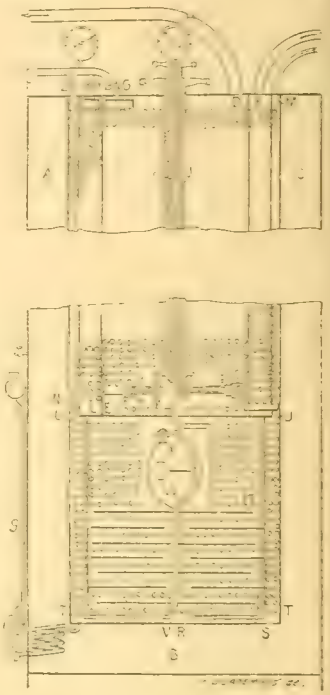


Fig. 10. — *Schéma de l'appareil de Hampson.* — F, arrivée d'air comprimé; Z, Y, G, branchements d'air comprimé; DE, KL, MN, échangeurs de température; F', soupape de détente; J, commande de la soupape F; O, soupape de détente partielle; P, commande de O; LQ, RS, TU, récipients vaporiseurs; WX, séparateur de liquide et de gaz; *g*, niveau.

Dans l'appareil de Hampson (fig. 10), l'air comprimé à 200 atmosphères environ, est distribué par les conduits Z, Y, G entre les trois échangeurs de températures DE, KL, MN. L'échangeur *primaire* DE s'ouvre au sommet par le tube FG, qui amène l'air comprimé sec et exempt d'anhydride carbonique. Les tubes de l'échangeur DE se terminent à la partie inférieure de celui-ci par un orifice F', commandé par un pointeau que règlent un pignon et la tige cylindrique extérieure J. L'air comprimé, en s'échappant par F', se détend jusqu'à la pression atmosphérique et coule refroidi sur les tuyaux d'amenée de l'air comprimé en remontant au sommet de l'échangeur, d'où il sort

[1] Linde : Brevet anglais n° 12.528 du 28 juin 1895.
[2] Linde : Brevet américain n° 728.173 du 9 juillet 1895, publié le 12 mai 1903.

par le tube DH qui le ramène au compresseur.

Le reste du dispositif est l'*appareil secondaire*, qui se compose des échangeurs KL, MN, et d'une série de récipients vaporiseurs, qui constituent tout ce qui est au-dessous du plan horizontal UU. KL et MN contiennent des tubes disposés comme ceux de DE et alimentés d'air comprimé par le même tuyau FZY; les tuyaux de KL et MN se réunissent au fond des chambres concentriques, et l'air comprimé passe de là à la soupape de réduction O, dont le ressort est réglé par un pignon, commandé lui-même par la tige cylindrique creuse P. La soupape de réduction est réglée de façon qu'elle se referme automatiquement lorsque la pression de l'air qui l'a traversée atteint 4 atmosphères environ, pression indiquée par le manomètre central de l'appareil.

Le tube qui fait suite à la soupape de réduction O est disposé en spirale à la partie inférieure de l'échangeur primaire DE; de là, il traverse le plancher de cet échangeur et passe dans le premier récipient vaporiseur LQ, où il constitue une série de spirales horizontales superposées.

Arrivé dans le plan horizontal Q, le tube continue sa route sous forme de spirales horizontales séparées les unes des autres par des cloisons disposées en chicanes; une fois dans le plan horizontal RS, le tube passe dans l'espace annulaire UT, qu'il parcourt d'abord de bas en haut, puis de haut en bas, en terminant sa course par le tube VW, lequel aboutit à un *séparateur à liquide* WX, disposé de façon à permettre au liquide, mais non à la vapeur, de sortir en X.

Quand le compresseur travaille, la détente de 200 à 1 atmosphère de l'air du circuit primaire DE tendrait à abaisser la température du bas de l'échangeur DE à —190°, c'est-à-dire à la température d'ébullition de l'air sous la pression atmosphérique. Il n'en peut être ainsi, par suite de la présence de la spirale qui fait immédiatement suite à la soupape de réduction O et qui occupe le fond de DE; l'air qui remplit cette spirale est, en effet, à une pression voisine de 4 atmosphères, auquel cas la température de liquéfaction de l'air est relevée jusqu'à —180° environ. On voit donc que la détente de l'air dans l'échangeur DE a pour conséquence un commencement de liquéfaction de l'air comprimé à 4 atmosphères, d'où résulte un dégagement de chaleur latente et l'impossibilité de descendre au-dessous de la température de liquéfaction de l'air sous cette pression de 4 atmosphères; en particulier, l'air qui se détend en DE jusqu'à la pression atmosphérique ne pourra jamais se liquéfier.

Lorsqu'il y a liquéfaction de l'air à 4 atmosphères, la pression diminue et la soupape O fonctionne jusqu'à complet rétablissement de la pression primitive. Quand une quantité suffisante d'air liquide s'est rassemblée dans les spirales à liquéfaction, elle passe dans le séparateur à liquide WX, s'y accumule d'abord, puis s'en échappe par X en se détendant jusqu'à la pression atmosphérique. Grâce à cette réduction de pression, une partie de l'azote est vaporisée et s'échappe en K, après avoir traversé de bas en haut l'échangeur KL. Le liquide restant s'écoule au bas de l'appareil secondaire en parcourant successivement les différents plateaux de ses compartiments. Ce liquide, riche en oxygène, peut être soutiré directement de l'extérieur par l'intermédiaire d'un robinet porteur d'un indicateur de niveau *g*. Quant aux vapeurs émises par le liquide en question, elles peuvent s'échapper au dehors en traversant d'abord le récipient vaporiseur UT, puis l'échangeur annulaire MN.

Dans ce procédé, la récupération des chaleurs spécifiques et des chaleurs latentes est complète; en outre, la séparation des deux fractions de l'air est plus méthodique et plus satisfaisante que dans le procédé Linde. Toutefois, l'efficacité de la détente jusqu'à la pression atmosphérique du gaz du circuit primaire paraît contestable et, d'autre part, l'air détendu à 4 atmosphères du circuit secondaire se liquéfie dans des liquides de plus en plus chauds, ce qui est illogique et antiméthodique.

Dans le procédé R. Pictet[1], l'idée de l'auteur est la suivante : Dans de l'air liquide à la pression atmosphérique plonge un serpentin contenant de l'air comprimé à 10 atmosphères; cet air va se liquéfier en dégageant sa chaleur latente et en vaporisant une partie correspondante du liquide extérieur. La chaleur de vaporisation de l'air intérieur se rapportant à une pression plus élevée est moindre que celle de l'air liquide extérieur; *il se liquéfiera donc une quantité d'air intérieur plus grande que la quantité de liquide extérieur vaporisée.* Dès lors, conclut l'auteur, si on alimente l'air liquide extérieur avec l'air liquéfié à l'intérieur du serpentin, il y aura bénéfice et la masse de l'air liquide extérieure ira en croissant constamment et indéfiniment.

Ce raisonnement est manifestement inexact.

Lorsque l'air liquéfié sous pression à l'intérieur du serpentin en question repasse à la pression atmosphérique, il se vaporise partiellement et se refroidit, la quantité de liquide qui demeure étant sensiblement égale à celle du liquide extérieur dont elle a déterminé la vaporisation. Comme il y a, en outre, apport de chaleur extérieure dans les appareils les mieux isolés et imperfection dans les échanges, il s'ensuit que, dans le procédé R. Pictet,

[1] R. Pictet : Brevet français n° 295.002 du 6 décembre 1899.

la provision primitive d'air liquide extérieur, bien qu'alimentée par l'air liquide formé dans le serpentin, va constamment en décroissant jusqu'à complète disparition.

Dans un brevet ultérieur[1], R. Pictet fait usage, pour la vaporisation continue et progressive de l'air liquide, d'une rigole enroulée sur elle-même en forme de spirale. Dans l'air liquide qui remplit partiellement cette rigole est immergé un serpentin rempli d'air comprimé à 2 ou 3 atmosphères environ. Cet air se liquéfie en vaporisant le liquide de la rigole et se décharge ensuite dans celle-ci comme dans le procédé précédent. Quant aux gaz vaporisés, ils sont recueillis au moyen de cloches convenablement disposées.

Ce dispositif est d'une grande simplicité ; en outre, l'air y est liquéfié d'une façon méthodique, car le gaz comprimé est mis en contact successive-

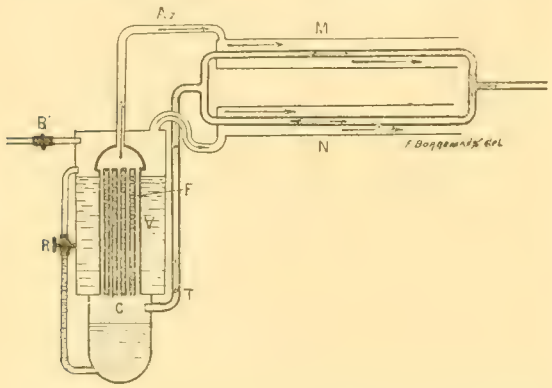


Fig. 11. — *Schéma du procédé Claude par liquéfaction partielle avec retour en arrière.* — T, amenée d'air; F, faisceau liquéfacteur; V, récipient vaporiseur; C, collecteur de liquide; R, tube de remontée du liquide; M, échangeur à azote; N, échangeur à oxygène.

ment avec des liquides de plus en plus froids, et non de plus en plus chauds, comme c'était le cas dans tous les procédés étudiés jusqu'ici.

Nous terminerons l'exposé des procédés de vaporisation fractionnée de l'air liquide par la *liquéfaction partielle avec retour en arrière* due à G. Claude.

Considérons la figure 11. L'air froid sous pression, lors de son ascension dans le faisceau F, se liquéfie progressivement. C'est d'abord du liquide à 48 °/₀ qui se forme ; mais, à mesure que l'air monte, il s'épuise en oxygène et abandonne des liquides de plus en plus pauvres et de plus en plus froids. Le liquide, pauvre et froid, obtenu dans les régions supérieures et moyennes de F, retombe en vertu de son poids en sens inverse des gaz ascendants. Il vient donc en contact avec un gaz progressivement plus riche en oxygène que celui qui lui a donné naissance. En vertu de la courbe de Baly, l'équilibre n'est possible que si une partie de l'oxygène gazeux se liquéfie en vaporisant une quantité correspondante de l'azote du mélange liquide. Le même fait se répétant sur toute la longueur du faisceau, on obtiendra en définitive un liquide contenant 48 °/₀ d'oxygène et un gaz résiduel qui s'échappe à la partie supérieure du faisceau F et qui est de l'azote ne retenant que de petites quantités d'oxygène. Cet azote est envoyé dans l'échangeur M en sens contraire de l'air comprimé qui arrive. Le liquide formé tombe dans le collecteur C et est amené par R dans le récipient V, où il est vaporisé. Les vapeurs riches en oxygène ainsi produites parcourent l'échangeur N en sens contraire de l'air comprimé qui arrive. La supériorité de cette méthode sur celles qui précèdent est évidente. Tout d'abord, on obtient directement de l'azote pratiquement pur. D'autre part, l'obtention d'un liquide contenant tout l'oxygène et titrant 48 °/₀ au lieu de 21 °/₀ économise la perte d'un tiers de l'oxygène qui, dans l'évaporation fractionnée du liquide, s'échapperait à des teneurs intermédiaires entre 21 et 48 °/₀.

§ 2. — Séparation de l'oxygène et de l'azote.

La séparation de l'air en deux fractions, l'une riche en azote, l'autre en oxygène, ne répond pas d'une façon satisfaisante aux besoins actuels de l'industrie, qui exigent de l'oxygène sensiblement pur. Nous sommes donc conduits à aborder le second problème posé page 704, savoir la séparation économique de l'air en azote et oxygène purs par des méthodes exclusivement physiques. On y arrive en appliquant à l'air liquide, mélange de deux corps n'ayant aucune action chimique l'un sur l'autre, les principes généraux de la rectification.

Le premier chercheur qui ait poursuivi la réalisation de ce but est le savant canadien Lesueur[1]. La partie de son appareil où s'effectue la rectification (fig. 12) se compose d'un certain nombre de plateaux concentrateurs 5*a*, 5*b*, 5*c*, formant par leur superposition une sorte de colonne; ces compartiments sont remplis partiellement de mélanges liquides d'oxygène et d'azote. Dans l'axe de la colonne est un serpentin liquéfacteur 21, baignant dans les liquides des différents compartiments; ce serpentin est rempli d'air sous pression, qui se liquéfie partiellement en fournissant un liquide riche en oxygène et tombe à la partie inférieure 8. Les gaz issus du concentrateur 5*b* sous l'influence de la pression soulèvent la soupape 5*b'* et traversent le liquide du plateau 5*a*. En s'élevant de bas en haut à travers ce liquide, une partie de l'oxygène du gaz se liquéfie en vaporisant une

[1] R. Pictet : Brevet français n° 322600 du 28 juin 1902.

[1] Lesueur : Brevet français n° 301.300 du 15 juin 1900.

quantité correspondante de l'azote du liquide. De même, le gaz issu du plateau 5*c* traverse successivement les liquides des plateaux 5*b* et 5*a*, où il se produit un double effet analogue. Les plateaux 5*b* et 5*a* sont donc de véritables plateaux de rectification. D'autre part, les liquides du compartiment 5*a* s'écoulent dans le compartiment 5*b* au moyen du trop-plein 53*a* et ceux du plateau 5*b* par le trop-plein 53*b*. Les gaz riches en azote se dégagent à la partie supérieure de l'appareil par le conduit 31;

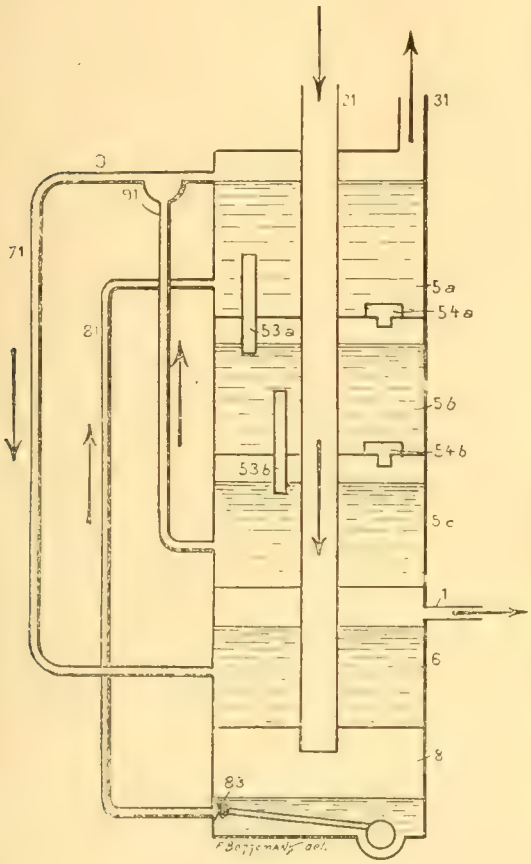


Fig. 12. — *Schéma de l'appareil Lesueur.* — 5*a*, 5*b*, plateaux rectificateurs; 5*c*, 6, plateaux vaporiseurs; 8, collecteur de liquide; 21, tube liquéfacteur; 31, départ d'azote; 1, départ d'oxygène; 53*a*, 53*b*, trop-pleins; 54*a*, 54*b*, soupapes; 83, soupape à flotteur; 71, 81, 91, conduits pour la circulation des liquides.

les vapeurs riches en oxygène s'échappent du récipient vaporisateur 6 par le conduit 1.

D'après l'auteur, la caractéristique de ce procédé est l'enrichissement en oxygène d'un mélange liquide d'oxygène et d'azote, consistant à exposer ce liquide au contact d'un mélange gazeux plus riche en oxygène que ne l'est la vapeur qu'il émettrait lui-même par ébullition, enrichissement qui est répété plusieurs fois.

Nous signalerons encore l'appareil Thrupp (brevet anglais n° 18.913, 1900), dans lequel il s'effectue une rectification en ce sens que de l'air gazeux atmosphérique, refroidi au préalable, est insufflé dans de l'air liquide, une partie de l'oxygène du courant gazeux se liquéfiant en vaporisant une quantité correspondante d'azote liquide; finalement, le liquide enrichi ainsi obtenu contient 48 % d'oxygène.

Les appareils de Lesueur et Thrupp semblent n'avoir pas donné lieu à des applications pratiques; il en est tout autrement du procédé que nous allons décrire maintenant et qui est dû à l'éminent professeur Linde[1]. L'appareil séparateur (fig. 13) se compose essentiellement d'une colonne de rectification *r* surmontant un vaporisateur *s* et d'un récipient évaporateur isolé *t*. L'air à séparer, faiblement comprimé par les compresseurs *h* et *i*, ramené à la température

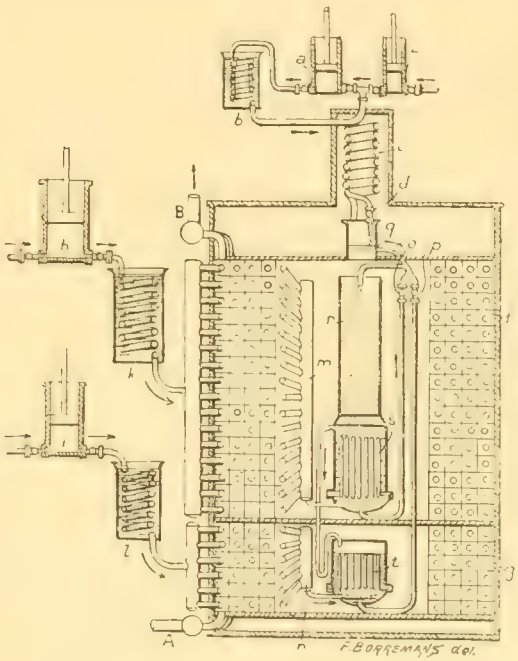


Fig. 13. — *Schéma de l'appareil de Linde.* — *h*, *i*, compresseurs; *k*, *l*, refroidisseurs à eau; *f*, *g*, échangeurs; *m*, *n*, amenées d'air comprimé à l'appareil séparateur; *r*, colonne de rectification; *s*, *t*, récipients vaporiseurs; *o*, *p*, tubes de remontée d'air liquide; B, sortie de l'azote; A, sortie de l'oxygène; *e*, *a*, *b*, *c*, *d*, machine à air liquide; *q*, amenée d'air liquide d'appoint.

ordinaire par les refroidisseurs à eau *k* et *l*, et refroidi respectivement dans les échangeurs *f* et *g*, arrive dans les systèmes tubulaires verticaux baignés par l'oxygène liquide qui remplit les récipients *s* et *t*: là, il se liquéfie totalement et tombe à la partie inférieure des récipients *s* et *t*, d'où il est déversé constamment au sommet de la colonne de rectification par les conduits *o* et *p* qui se réunissent à leur partie supérieure.

Le liquide, finement divisé par les billes de verre qui remplissent la colonne *r*, se trouve en contact avec le gaz finement divisé provenant de la vaporisation du liquide du récipient *s*. Il s'opère

[1] Linde : Brevet allemand n° 173.620 du 26 février 1902.

des échanges successifs entre l'oxygène du courant gazeux, qui se liquéfie, et l'azote du liquide, qui se vaporise. Ces échanges répétés conduisent à l'obtention finale d'un gaz à 7 °/₀ d'oxygène (vapeur du liquide à 21 °/₀ d'oxygène d'après la courbe de Baly), lequel s'échappe au sommet de la colonne *r* et est recueilli en B après son passage dans l'échangeur *f*. Le liquide, très riche en oxygène, qui s'écoule du bas de la colonne *r* dans le récipient *s*, y subit une vaporisation partielle; l'excès de ce liquide, au moyen d'un trop-plein, alimente le récipient *t*, où il se vaporise totalement en liquéfiant le gaz comprimé venant du compresseur *i* à travers l'échangeur *g*; l'oxygène gazeux est recueilli en A après son passage dans l'échangeur *g*.

Pour compenser les pertes de liquide du système, on envoie par *q* un appoint d'air liquide provenant d'une machine Linde indépendante, qui ne réclame aucune explication complémentaire. D'après les données de l'inventeur, un appareil capable de produire 50 mètres cubes d'oxygène par heure exigerait une dépense de 100 chevaux, d'où un rendement de 1/2 mètre cube d'oxygène à 95 °/₀ par cheval et par heure. D'après le Professeur Linde[1], il y aurait lieu de rattacher le procédé que nous venons de décrire à celui qu'il a indiqué antérieurement; la méthode de vaporisation fractionnée de 1902 serait la même que celle de 1895, l'appareil séparateur *s*, *t* étant l'analogue du récipient V^2 et du serpentin *s*. D'après les assertions mêmes de l'auteur, la vaporisation du liquide dans le récipient V^2 est produite aux dépens de la *chaleur spécifique* de l'air comprimé, tandis qu'en 1902 elle s'effectue par la *chaleur latente* dégagée par la liquéfaction de l'air comprimé et froid. Les deux phénomènes ne sont donc pas identiques et ne peuvent être l'objet d'une assimilation complète.

Non content d'établir un parallèle entre les *méthodes* de 1895 et de 1902, l'auteur a voulu en établir un autre entre les *appareils* correspondants. D'après lui, le rôle du récipient V^2 correspondrait à celui du récipient *s*; or, il n'en saurait être ainsi.

En effet, le liquide de V^2 subit une vaporisation fractionnée qui l'enrichit progressivement en oxygène, tandis que le liquide de *s*, d'après l'inventeur et le dispositif employé, doit être, en régime permanent, de l'oxygène d'une pureté correspondante à celle de l'oxygène gazeux recueilli, soit 95 °/₀ par exemple.

Une comparaison succincte établie entre les méthodes de rectification de Lesueur et de Linde jettera peut-être quelque lumière sur la véritable signification de l'invention qui vient d'être décrite.

[1] Linde : Brevet anglois n° 14.111 du 21 juin 1902.

Dans le procédé Lesueur, les gaz divisés traversent à plusieurs reprises une masse continue de liquide; dans le procédé Linde, au contraire, le liquide rectificateur ruisselant de haut en bas de la colonne à billes de verre est finement divisé. Il semblerait donc que c'est ce mode particulier de contact entre le liquide et le gaz que le Professeur Linde ait eu spécialement en vue.

Il est bon de remarquer, en outre, que, dans le procédé Linde, les vapeurs ascendantes à rectifier sont fournies dès le début de la rectification des gaz et traversent la colonne en totalité.

Notons enfin que, dans le procédé Hampson

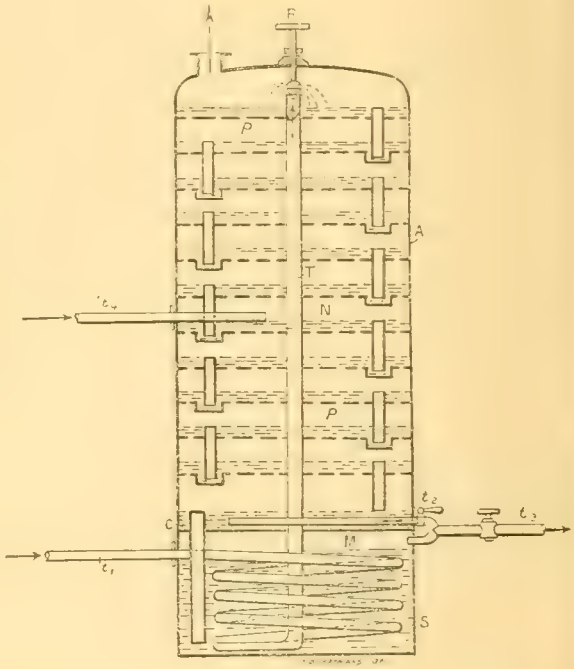


Fig. 14. — *Schéma de l'appareil de la Société l'Air liquide.* — A, colonne de rectification; M, récipient vaporiseur; t^1, amenée d'air comprimé; S, serpentin liquéfacteur; T, tube de remontée de l'air liquide; R, robinet d'écoulement de l'air liquide; *p*, *p*, plateaux rectificateurs; C, cloison; t^3, départ d'oxygène gazeux; t^2, amenée d'oxygène gazeux dans la colonne; t^4, tube pour l'insufflation d'air atmosphérique.

de 1896, il s'effectue une véritable rectification.

L'appareil que nous allons maintenant décrire, et qui est dû à R. J. Lévy[1], utilise encore la rectification, mais est plus simple que le précédent.

De l'oxygène liquide pur se vaporise dans le récipient M (fig. 14), en provoquant la liquéfaction totale de l'air froid et comprimé amené par le conduit t^4 dans le serpentin S. Une partie de l'oxygène vaporisé est soutiré par t^3 : c'est le produit de la fabrication. Le reste de l'oxygène vaporisé est amené par t^2 à la base d'une colonne de rectification

[1] Brevet n° 338.842 du 3 juin 1903, demandé par la Société l'Air liquide et R.-J. Lévy.

A, qu'il parcourt de bas en haut, en sens inverse et au contact du liquide à 21 °/₀ formé dans S, lequel est déversé en haut de la colonne par le conduit T et le robinet R, et s'écoule continuellement de plateau *p* en plateau *p*. Par suite de la rectification qui s'effectue ainsi, le liquide descendant, lorsqu'il arrive sur la cloison C, est devenu de l'oxygène liquide et est déversé par un trop-plein dans le compartiment M. D'autre part, les gaz qui s'échappent à la partie supérieure de l'appareil ne contiennent plus que 7 °/₀ d'oxygène.

Au cours de son ascension dans la colonne A, le gaz de rectification a exactement la composition de l'air atmosphérique là où le liquide contient 48 °/₀ d'oxygène. Si, à cet endroit de la colonne, on insuffle de l'air atmosphérique comprimé seulement à quelques dixièmes d'atmosphère par un ventilateur, son oxygène sera utilisé au même titre que celui du gaz de rectification; il en résulte un gain en oxygène qui augmente d'une façon très sensible la valeur économique du procédé.

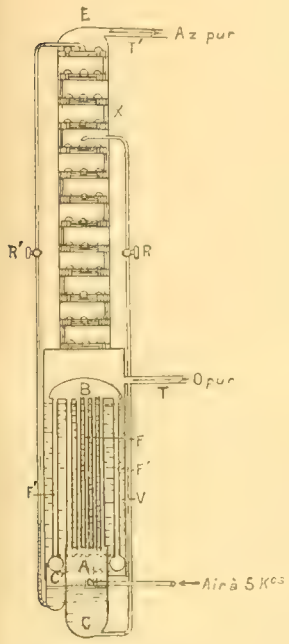


Fig. 15. — *Schéma du dispositif de Claude.* — A, 1er collecteur de liquide; C, 2e collecteur de liquide; F, 1er faisceau liquéfacteur; F', 2e faisceau liquéfacteur; V, récipient vaporiseur; T, départ d'oxygène; T', départ d'azote; R, remontée du liquide riche en oxygène; R', remontée de l'azote.

A la simplicité de ce dispositif correspond une simplicité de fonctionnement remarquable, puisqu'il n'y a plus qu'un seul vaporiseur. La composition du liquide contenu dans celui-ci est telle que les vapeurs qui s'en dégagent ont la teneur de l'oxygène désiré. La courbe de Baly montre, par exemple, que le liquide titrera 98 °/₀ si le gaz désiré doit être à 95 °/₀ d'oxygène. Il convient de remarquer l'intérêt et l'originalité de l'insufflation d'air au cours de la rectification; à ce point de vue, il n'est que juste de rappeler que cette idée a été indiquée en Allemagne, d'une façon indépendante des ingénieurs français, par Lachmann [1].

Dans les procédés qui précèdent, on ne recueille que les deux tiers de l'oxygène, et l'azote est souillé de 7 °/₀ d'oxygène. Dans la méthode que nous allons décrire et qui est due à Georges Claude [1], ces inconvénients sont évités très simplement par la combinaison de la rectification avec le dispositif décrit plus haut sous le nom de liquéfaction partielle avec retour en arrière.

L'air à traiter arrive par la partie inférieure A (fig. 15) du faisceau F immergé dans de l'oxygène liquide pur. En s'élevant dans ce faisceau, il se liquéfie partiellement en donnant, comme nous l'avons vu page 708, un liquide contenant presque tout l'oxygène de l'air, titrant 48 °/₀, et un résidu gazeux qui est de l'azote pratiquement pur. Celui-ci parcourt le faisceau F' de haut en bas et s'y liquéfie. Le liquide riche, collecté en C, est envoyé, grâce à sa pression, dans la partie médiane de la colonne de rectification qui surmonte le récipient V et communique avec lui; il épuise les gaz ascendants jusque vers 21 °/₀. Quant à l'azote liquide collecté en C', il est envoyé au sommet de la colonne. Il soumet les gaz à 21 °/₀ de la première rectification à une rectification complémentaire qui les épuise entièrement en oxygène. L'azote, à l'état pratiquement pur, sort de l'appareil par T'; l'oxygène, à un état de pureté analogue, sort par T, à la partie supérieure du récipient V. La simplicité du dispositif précédent n'a d'égale que son efficacité.

Dans la dernière partie de cet article, nous examinerons quelques procédés fournissant l'oxygène et l'azote purs grâce à la *reliquéfaction* des gaz riches en azote et à l'utilisation du pouvoir rectificateur élevé des liquides très froids ainsi obtenus; ce processus est dû à Lévy et Helbronner [2].

Dans le procédé de ces auteurs, l'appareil, en forme de colonne, se compose de deux parties superposées et distinctes; la partie inférieure, dans laquelle règne une pression de 5 atmosphères environ, est une colonne de rectification du type décrit antérieurement; la partie supérieure, où règne la pression atmosphérique, renferme un vaporiseur de liquide B^1, un collecteur D et un certain nombre de plateaux de rectification à calottes 1^1, 2^1, 3^1, 4^1, 5^1 (fig. 16).

La colonne inférieure fournit un gaz à 7 °/₀ d'oxygène, qui sort de l'appareil sous pression par le tube V et est amené par T^1 dans l'échangeur H^1, où il se refroidit. Le tube T^2 le mène ensuite se liquéfier dans un serpentin immergé dans le liquide du récipient B^1. Le liquide formé est amené par T^3 sur le plateau 5^1 de la colonne supérieure, qu'il parcourt de haut en bas en rectifiant les vapeurs issues de B^1. Le gaz résiduel, qui a barbotté dans le liquide à 7 °/₀ du plateau 5^1, ne contient plus, en vertu de la

[1] Lachmann : Brevet allemand n° 167.931 du 6 septembre 1902, publié le 9 mars 1906.

[1] G. Claude : Brevet français n° 352.856 du 30 mars 1905.

[2] Lévy et Helbronner : Brevet français n° 328.984 du 31 janvier 1903.

courbe de Baly, que 2 °/₀ d'oxygène; après avoir refroidi dans l'échangeur H^1 le gaz à reliquéfier, et dans l'échangeur H^2 l'air liquide qu'il contient, l'azote sort de l'appareil par V^1.

D'après les auteurs, on peut même obtenir de l'azote encore plus pur en reliquéfiant à nouveau gaz à 2 °/₀ d'oxygène et en utilisant comme rectificateur le liquide obtenu. Le liquide du compartiment B^1, où se trouve récupérée la majeure partie de l'oxygène du gaz à 7 °/₀, est amené périodiquement dans le collecteur D et, de là, renvoyé dans le

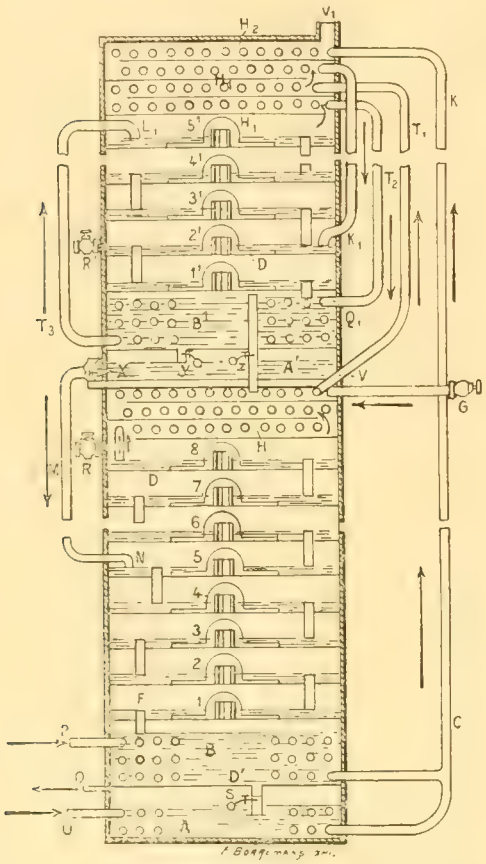


Fig. 16. — *Schéma de l'appareil de Lévy et Helbronner.* — P, Q, arrivées d'air comprimé; A, B, récipients vaporiseurs; C, remontée de l'air liquéfié; H_1, échangeur; L, déversement de l'air liquide; 1, 2,... 8, plateaux de rectification; O, sortie de l'oxygène; V, sortie du gaz riche en azote; T^1, amenée de ce gaz dans l'échangeur H_1; T_2, amenée de ce gaz dans le récipient vaporiseur B^1; T_3, remontée du liquide riche en azote; L_1, déversement de ce liquide; 1^1, 2^1,... 5^1, plateaux rectificateurs; K^1, déversement de l'air liquide; B^1, récipient vaporiseur; A', récipient collecteur du liquide; X, soupape; *y*, robinet à flotteur; *z*, robinet à 3 voies; N, déversement du liquide de A' en 5; H^2, échangeur; V^1, sortie de l'azote.

conduit M sur le plateau 5, dont le liquide a même composition que lui. Ce liquide, soustrait à la partie supérieure de la colonne, est remplacé par une quantité équivalente d'air liquide, amenée par CK dans l'échangeur H^2, d'où il est déversé par K_1 sur le plateau 2^1, dont le liquide a même composition que lui.

L'appareil indiqué ne va pas sans quelques imperfections; l'efficacité des échangeurs H^1 et H^2 paraît contestable; en outre, le système X, *y*, *z*, qui permet de renvoyer le liquide de A' dans la partie inférieure de l'appareil, ne semble pas très pratique.

Dans un autre procédé décrit par Lévy[1], la séparation s'effectue entièrement sous pression. L'air atmosphérique, comprimé et refroidi, est liquéfié dans les compartiments A, 1, 2 en vaporisant les

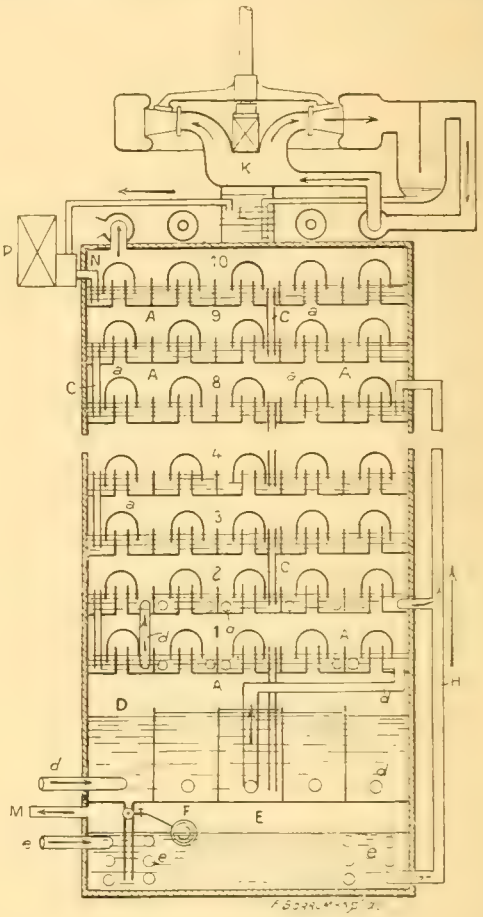


Fig. 17. — *Autre appareil de Lévy pour la production de l'oxygène et de l'azote purs.* — D, E, récipients vaporiseurs; 1, 2,...10, plateaux rectificateurs; *a*, calottes; C, trop-pleins; K, turbine de détente; L, collecteur du liquide; P, pompe; *d*, *e*, serpentins liquéfacteurs; H, remontée de l'air liquide; M, sortie de l'oxygène; N, sortie de l'azote.

liquides de ces compartiments; puis il est déversé sur le plateau 8; il parcourt ensuite la colonne de haut en bas en rectifiant progressivement les gaz vaporisés en A, 1, 2. Les gaz de rectification, après avoir traversé le liquide à 21 °/₀ du plateau 8, renferment encore 7 °/₀ d'oxygène; ils traversent alors les plateaux 9 et 10, où ils se trouvent en contact avec l'azote liquide provenant de la détente jusqu'à

[1] Lévy : Brevet français n° 330.258 du 14 mars 1903.

la pression atmosphérique, dans le moteur K, de l'azote résiduel. La partie restée gazeuse après la détente est amenée par le conduit *d* dans l'échangeur E, où elle refroidit l'azote à détendre; elle sort finalement de l'appareil par N. Le liquide de détente, collecté en L, est amené par la pompe P sur le plateau supérieur 10 de la colonne, d'où il se déverse en 9; la rectification dans ces deux plateaux élimine pratiquement les 7 °/₀ d'oxygène des gaz issus du plateau 8 (fig. 17).

Remarquons que la détente fournit un supplément de liquide qui compense les pertes de froid

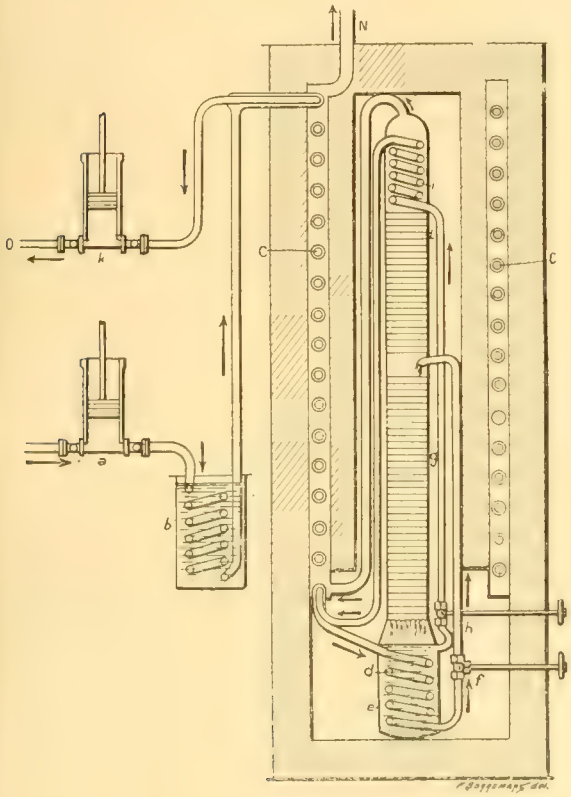


Fig. 18. — *Schéma du premier dispositif Linde pour la préparation de l'azote pur.* — *a*, compresseur; *b*, refroidisseur à eau; *c*, échangeur; *d*, serpentin liquéfacteur; *f*, tube de remontée de l'air liquide; *g*, colonne de rectification; *l*, prolongement de la colonne de rectification; *i*, serpentin condenseur d'azote; *h*, tube d'amenée du liquide du récipient *e* en *i*; *k*, pompe d'aspiration; O, sortie du gaz riche en oxygène; N, sortie de l'azote.

du système; cela supprime les installations de compensation qui sont nécessaires dans les autres procédés.

Il nous reste à parler du procédé Linde relatif à la préparation de l'azote pur[1], procédé qui semble se rattacher directement aux précédents. Comme dans le dernier décrit, on fait passer le gaz riche en azote, provenant d'une colonne de rectification de l'air liquide, de la base au sommet d'un prolongement de cette colonne où ruisselle de haut en bas de l'azote liquide; ce dernier est produit, comme dans le brevet précédent, par la reliquéfaction partielle de l'azote résultant de la séparation. Linde décrit successivement deux modes opératoires.

Dans le premier (fig. 18), l'air atmosphérique, comprimé en *a*, refroidi dans un récipient à eau *b*, puis dans l'échangeur *c*, se liquéfie dans le serpentin *d* en vaporisant une quantité correspondante d'un mélange liquide riche en oxygène. Le liquide ainsi formé est amené par *h* au sommet de la

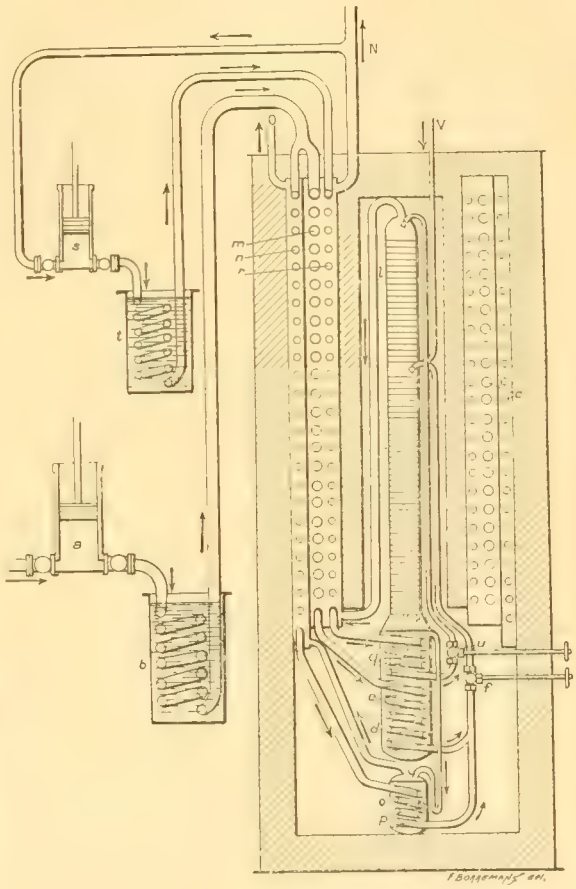


Fig. 19. — *Schéma du second dispositif Linde pour la préparation de l'azote pur.* — *a*, compresseur d'air; *b*, refroidisseur à eau; *m*, *n*, *c*, échangeurs; *d*, *o*, serpentins de liquéfaction de l'air; *e*, *p*, récipients vaporiseurs; *f*, tube de remontée de l'air liquide; *g*, colonne de rectification; *s*, compresseur d'azote; *t*, refroidisseur à eau; *q*, serpentin de liquéfaction de l'azote; *u*, tube de remontée de l'azote liquide; *l*, colonne de rectification; O, départ de l'oxygène; N, départ de l'azote; V, amenée de l'air liquide d'appoint.

colonne *g*, qu'il parcourt ensuite de haut en bas en rectifiant les vapeurs issues de *e*; celles-ci, après cette rectification, contiennent 7 °/₀ d'oxygène et sont rectifiées par de l'azote liquide qui parcourt de haut en bas la colonne *l* et qui provient de la liquéfaction d'une partie de l'azote gazeux résultant de la séparation. La liquéfaction de cet azote s'effectue au contact du serpentin métallique *i*, maintenu à basse température par la vaporisation, sous pression

[1] Linde : Brevet français n° 332.811 du 5 juin 1903.

réduite, d'une partie du liquide du récipient *d*, avec lequel il est en communication par *h* et sur lequel on fait le vide au moyen de la pompe *k*. Le liquide qui se vaporise en *i* doit contenir au plus 60 °/₀ d'oxygène afin que sa vaporisation soit capable de donner une température assez basse pour liquéfier l'azote. L'oxygène produit titre donc 60 °/₀ au plus.

Dans le deuxième mode opératoire (fig. 19), l'air est comprimé en *a*, refroidi dans le réfrigérant à eau *b*, puis dans les échangeurs; il se liquéfie dans les serpentins *d* et *o* des récipients *e* et *p*, en vaporisant l'oxygène liquide de ces récipients. L'air liquéfié est ensuite amené par *d* et *f* au sommet de la colonne, où il rectifie les vapeurs issues de *e*; le gaz de rectification issu de *g* contient 7 °/₀ d'oxygène. Une partie de l'azote produit par l'appareil lorsqu'il est en régime est surchauffée jusqu'à la température ordinaire, recomprimée, puis refroidie et reliquéfiée dans le serpentin *q*; elle arrive alors par *n* à la partie supérieure de la colonne, où elle rectifie les gaz déjà traités par l'air liquide à 21 °/₀.

On ne peut s'empêcher de remarquer que l'azote qui achève la rectification est ramené de — 195° à la température ambiante, recomprimé, et refroidi à nouveau avant d'être reliquéfié. Si donc ce mode opératoire permet la production simultanée d'oxygène et d'azote purs, il ne la réalise que d'une façon complexe et peu économique.

On voit par ce qui précède que la question de la séparation de l'air en ses composants oxygène et azote, par voie purement physique, a été, dans ces dernières années, travaillée par les ingénieurs français et étrangers, avec une ardeur qui tient de l'acharnement. Il y avait donc un véritable intérêt à ce qu'elle fût portée à la connaissance des lecteurs de la *Revue générale des Sciences*.

E. Mathias,
Professeur de Physique à la Faculté des Sciences de Toulouse.

LE DÉBAT SUR LA GAMME

LES CONCEPTIONS DE PYTHAGORE ET DE DESCARTES[1]

I. — Avant-propos.

On sait que la hauteur d'un son dépend uniquement de la rapidité avec laquelle vibre le corps qui le produit; ainsi tous les diapasons français donnant le *la* normal (la_3) font uniformément 435 vibrations par seconde; et, quand on produit cette même note avec un instrument quelconque, le corps sonore (corde de piano, violon, harpe, etc., colonne d'air contenue dans une flûte, clarinette, etc.), oscille toujours à cette fréquence de 435 vibrations par seconde. La hauteur du son croît avec la rapidité des vibrations; ainsi, la_3 faisant 435 vibrations, son octave la_4 en fait 870, sa quinte mi_4 en fait 652 ½, etc...

On remarquera que les fréquences de la_4 et de la_3 (870 et 435) sont entre elles comme 2 est à 1; il en est de même pour tout couple de sons formant octave; l'octave est donc caractérisée par le rapport 2/1. Semblablement, les autres intervalles musicaux, quinte, quarte, etc., sont caractérisés respectivement par d'autres rapports numériques, tels que 3/2, 4/3, etc.

Jusqu'ici tous les physiciens sont absolument unanimes; mais ce bel accord cesse quand il s'agit de décider quelle est la valeur numérique de certains intervalles. Quelques théoriciens pensent encore, à l'imitation de Pythagore, que les degrés de la gamme sont engendrés par une succession de quintes ascendantes ou descendantes, combinées avec un nombre convenable d'octaves de sens contraire. Mais la plupart des auteurs admettent actuellement une autre opinion, d'après laquelle les notes de notre musique correspondent à des rapports très simples entre les nombres de vibrations de la tonique et des autres degrés, en sorte que, dans le ton de *do*, par exemple, pendant le temps que met la tonique *do* à faire une de ses vibrations, les autres notes effectueraient les nombres de vibrations suivants :

do (octave) = 2/1; *sol* = 3/2; *fa* = 4/3; *mi* = 5/4; etc.

Pour faciliter le langage, je désignerai respectivement les partisans de ces deux types de gamme par les épithètes de *Pythagoriciens* et de *Cartésiens*[1],

[1] Cette question a déjà été abordée dans un ouvrage paru récemment sous le titre d'*Essai sur la gamme* (Gauthier-Villars, 1906). Pour abréger le présent article, je me permettrai parfois d'énoncer certains faits sans démonstration à l'appui, mais en indiquant, lorsqu'il y aura lieu, que les raisonnements rigoureux et complets peuvent être établis et ont été donnés.

[1] L'auteur s'excuse d'employer ici un vocable inusité; il eût été plus conforme à la coutume de dire *gamme de Ptolémée* et *gamme des physiciens*, et non *gamme cartésienne*; mais ces expressions usuelles n'eussent rendu qu'une partie de l'idée à exprimer ici; dans le présent

tirées des noms de Pythagore, qui passe pour avoir inventé la gamme par quintes, et de Descartes, qui fut sans doute, chez les modernes, le plus illustre des partisans de la gamme par rapports simples.

Je me propose, dans ce qui suit, de démontrer que la base de notre musique est cartésienne et non pythagoricienne ; à cet effet, je ferai remarquer, l'inexactitude des principales preuves théoriques ou pratiques sur lesquelles les partisans des quintes fondent leur opinion ; j'indiquerai ensuite quelques expériences à faire, en signalant les nombreuses causes d'erreur qui peuvent conduire à mal interpréter les résultats enregistrés ; enfin, j'examinerai le principe même des gammes de Pythagore et de Descartes[1].

II. — Erreur de raisonnement de quelques Pythagoriciens.

Parmi ces auteurs, on peut citer Elie Ritter, dont une étude sur la question a paru dans les *Mémoires de l'Institut genevois*, en 1861. Voici le raisonnement par lequel Elie Ritter croit démontrer que notre gamme est pythagoricienne :

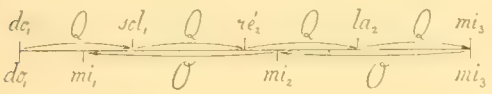


Fig. 1.

Montons, dit-il, de do_1 à mi_3 par quatre quintes (figurées ci-dessus par quatre flèches Q) ; de là, redescendons à mi_1 par deux octaves (représentées par deux flèches O) ; l'intervalle résultant do_1 mi_1 est une tierce majeure ; on lit donc sur la figure même la relation très générale :

4 quintes — 2 octaves = 1 tierce majeure.

Cette relation est vérifiée quand on donne à la tierce majeure sa formule pythagoricienne 81/64 ; elle n'est plus satisfaite avec la valeur cartésienne 5/4, et Elie Ritter en conclut que notre gamme est pythagoricienne. La pétition de principe qu'il commet ainsi est évidente : en engendrant mi_3 par 4 quintes ascendantes et mi_1 par 2 octaves descendantes, E. Ritter admet précisément d'avance le mode de génération qu'il faudrait démontrer.

III. — Cercle vicieux expérimental des mêmes auteurs.

Elie Ritter (et plusieurs autres comme lui) corrobore la conclusion précédente au moyen d'expériences exécutées avec le concours d'artistes jouant du violon ou du violoncelle. Mais ces instruments s'accordent précisément par quintes, et, eu égard à ce mode d'accord ainsi qu'à l'automatisme acquis par l'artiste avant de se produire en public, on pourrait presque dire que le violon et le violoncelle sont des instruments à sons fixes réglés sur la formule de Pythagore. L'expérience d'Elie Ritter réalise donc un cercle vicieux semblable à celui de son raisonnement. Si cette façon d'opérer était admissible, si l'on pouvait omettre de distinguer entre la valeur vraie des intervalles musicaux et la valeur approximative sous laquelle nous sommes réduits à les réaliser pratiquement, on arriverait aux conclusions les plus contradictoires ; ainsi, sur un violon, la gamme serait pythagoricienne ; avec le cor, elle serait conforme à la série harmonique ; sur le piano, elle se montrerait tempérée ; à la voix humaine, elle apparaîtrait cartésienne, etc. ; par exemple, l'intervalle entre la tonique et sa septième mineure vaudrait 16/9, ou 7/4, ou $2^{5/6}$, ou 9/5, selon l'instrument pris pour *arbitre*[1].

IV. — Erreur d'interprétation de certains Pythagoriciens.

D'après la formule pythagoricienne, l'intervalle de *do* à *do*# serait plus grand que celui de *do*# à *ré* ; au contraire, dans la gamme cartésienne, l'accident (demi-ton chromatique) est plus petit que la seconde mineure (demi-ton diatonique) ; cette particularité permet donc de reconnaître si notre gamme est cartésienne ou pythagoricienne, mais à condition d'interpréter judicieusement le résultat expérimental, ce que n'ont pas fait certains Pythagoriciens, au nombre desquels on peut citer C. Durutte.

Comparant les deux types de demi-tons, ce auteur (*Résumé élémentaire de la Technie harmonique*, p. 26) fait observer que, quand on chante

article, en effet, on désigne par Cartésien celui qui, ne se bornant pas à constater l'identité pratique de ses notes à celles de la gamme des physiciens ou au diatonique synton de Ptolémée, interprète en outre leurs formules (ainsi que le faisait Descartes) comme étant les rapports *les plus simples* qui se puissent obtenir par des combinaisons des facteurs premiers *les plus simples* : 2, 3 et 5 (*Essai sur la gamme*.

[1] Pour justifier le renvoi précédent, je ferai remarquer que la gamme cartésienne (telle qu'elle vient d'être définie) admet un principe, celui des rapports simples, tandis que la gamme des physiciens et celle de Ptolémée n'en admettent aucun : la première, parce qu'elle n'est que l'exposé des résultats obtenus expérimentalement, la seconde, parce que Ptolémée, loin de croire à l'existence d'une gamme unique et nécessaire, en indiquait au contraire plusieurs, parmi lesquelles le diatonique synton, que l'on désigne souvent sous le nom de gamme de Ptolémée.

[1] Nous commettons des fautes de raisonnement continuelles en prenant au pied de la lettre les mots que nous avons inventés, en nous fiant aux sons des instruments que nous avons construits, etc., bref, en imitant le statuaire de La Fontaine, tremblant devant le bloc de marbre dont il vient de faire un Jupiter

les trois notes *do*, *do*♯ et *ré*, le premier intervalle est plus grand que le second, ce qui tranche le débat (croit-il) en faveur de la formule de Pythagore.

La force de l'idée préconçue empêche Durutte de remarquer que cette expérience doit précisément conduire un Cartésien à la conclusion diamétralement opposée. Car, tandis que Durutte donne (on ne sait pourquoi) aux trois sons émis les dénominations de *do*, *do*♯, *ré*, le Cartésien, conséquent avec son principe, interprète ces sons comme étant *do*, *ré*♭, *ré*. En effet, pour *do* = 1, le principe des rapports simples fournit *do*♯ = 25/24 et *ré*♭ = 16/15 (*Essai sur la gamme*); de ces deux rapports, le second étant le plus simple, c'est comme *ré*♭, et non comme *do*♯, que le Cartésien interprète le son émis vers le milieu de l'intervalle *do-ré* : dès lors, l'accord est complet entre le résultat observé et celui que faisait prévoir la théorie cartésienne.

L'expérience dont on vient de parler paraîtra peu probante au lecteur qui n'oserait décider si le son émis entre *do* et *ré* est un *do*♯ ou un *ré*♭ ; mais il lui est facile d'obtenir sans hésitation la valeur de l'accident en mesurant, ainsi qu'il est dit plus loin (chap. VI, paragr. *b*), la grandeur de l'intervalle existant entre les troisièmes degrés des deux modes (par exemple entre *do* et *do*♯ dans le ton de *la*, ou entre *mi* et *mi*♭ dans le ton de *do*).

V. — Expériences de MM. Mercadier et Cornu.

L'un de ces savants était Pythagoricien, l'autre Cartésien. Pour se départager, ils procédèrent ensemble à ces expériences, depuis si célèbres. Celles-ci amenèrent le Pythagoricien à devenir à moitié Cartésien (pour l'harmonie); il le serait sans doute devenu tout à fait (pour la mélodie aussi) s'il avait achevé de réaliser le programme projeté, et étudié les intervalles mélodiques dans la modulation; ces intervalles, en effet, apparaissent nettement cartésiens, ainsi qu'on le verra plus loin (chap. VII).

Il est impossible de faire la critique des expériences Mercadier-Cornu, d'après ce qu'en rapportent les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*; ces *Comptes Rendus*, en effet, ayant dû être rédigés très brièvement, réunissent en bloc des résultats qui ne sont pas toujours comparables; ainsi, pour l'intervalle de seconde, qui, d'après Pythagore, serait constamment égal à 9/8, et qui, en gamme cartésienne, vaut tantôt 9/8, tantôt 10/9, les *Comptes Rendus* donnent dans une même colonne tous les résultats obtenus, et il n'est pas possible de discerner si les valeurs telles que 1,125 (exactement 9/8) ou 1,115 (approximativement 10/9) sont justes ou erronées, puisqu'on ignore la place que les secondes correspondantes occupaient dans la gamme du moment.

Au surplus, il n'y aurait sans doute pas grande opportunité à étudier de très près une relation plus détaillée de ces expériences; beaucoup d'entre elles, en effet, ont été exécutées sur des instruments à cordes, et donnent lieu, par suite, à l'objection de principe formulée plus haut (chap. III), à propos des mesures prises par Élie Ritter; en outre, il serait probablement impossible de savoir aujourd'hui dans quelle mesure il y a été tenu compte des nombreuses causes d'erreur signalées plus loin (chap. VIII), et dont la mise en oubli peut changer du tout au tout les conclusions tirées des résultats expérimentaux.

On peut toutefois faire remarquer que certains faits, mentionnés dans les *Comptes Rendus* comme très probants en faveur du système de Pythagore, auraient dû, sans doute, recevoir une interprétation différente; à titre d'exemple, je signalerai ici ce qui se rapporte à la tierce majeure.

MM. Mercadier et Cornu disent que la valeur de la tierce majeure est 81/64 (pythagoricienne) et non 5/4 (cartésienne), car si, sur une même corde de violon dont la longueur totale est L, on fait entendre les sons correspondant aux longueurs L, 4/5 L, 2/3 L, on trouve que les deux sons extrêmes, tonique et quinte, sont seuls justes, tandis que la tierce est trop basse.

Ce résultat peut tenir à la différence de fixité entre les points d'arrêt offerts à la partie vibrante par le sillet du violon, d'une part, et par le doigt de l'artiste, d'autre part. Si l'on recommence l'expérience en partant d'une tonique un peu plus haute, c'est-à-dire d'une longueur L' inférieure à L, le sillet n'intervient plus, et on trouve que les sons 4/5 L' et 2/3 L' ont même degré de justesse, celle-ci pouvant d'ailleurs ne pas être complètement satisfaisante, car il est bien connu que les violons n'ont pas toujours des « cordes justes ».

VI. — Expériences a faire dans la gamme.

Malgré l'objection de principe opposée précédemment (chap. III) aux expériences exécutées avec des instruments à cordes, on peut néanmoins, en employant ceux-ci dans des conditions convenablement choisies, les utiliser pour certaines démonstrations, telles que les suivantes :

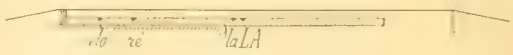


Fig. 2.

a) *Variabilité de la valeur de la quinte.* — La figure ci-dessus représente l'une des cordes d'un

violon [1], ainsi que le sillet, la touche et le chevalet de l'instrument. Sur cette corde, choisissons un point quelconque, que nous repérerons sur la touche, et, pour faciliter l'exposition, appelons-le *do*.

Marquons ensuite, *à l'oreille*, les points *ré* et *la*, soit directement, comme seconde et sixte de *do*, soit indirectement, en songeant aux successions auxiliaires *do-sol-ré* et *do-fa-la*; marquons enfin un second point *LA*, obtenu comme quinte de *ré*, et que nous distinguerons du premier *la* en l'écrivant par des majuscules. Ceci fait, il est aisé de reconnaître que, si nous suivons la gamme de Pythagore, où toutes les quintes valent uniformément 3/2, nous trouverons que *la* et *LA* coïncident; mais, si nous sommes Cartésiens, nous constaterons que nous avons marqué *LA* à un comma plus haut que *la*.

Nota. — Le premier *la* étant obtenu, il est prudent de mesurer sa distance au chevalet et de l'effacer, de façon à ne plus en voir trace au moment où l'on marque l'autre *LA* : on arrive ainsi à exécuter l'expérience sans se laisser influencer par son opinion préconçue.

b) *Valeurs de l'accident et du demi-ton.* — Sur une corde de violon, choisissons arbitrairement un premier point que nous appellerons *do*, et marquons *à l'oreille* les points *mi♭*, *mi* et *fa*; mesurant

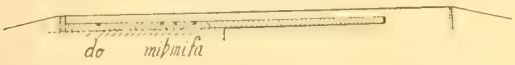


Fig. 3.

les distances de ces points au chevalet, nous obtiendrons par division les valeurs de l'accident (intervalle *mi♭-mi*) et de la seconde mineure (intervalle *mi-fa*). Selon que nous aurons marqué des notes cartésiennes ou pythagoriciennes, nous trouverons l'accident plus petit ou plus grand que la seconde; et quant à la valeur propre de l'accident (rapport des distances de *mi♭* et de *mi* au chevalet), elle sera beaucoup plus petite en système cartésien (25/24) qu'en système pythagoricien (2.187/2.048) : la différence est de deux commas.

Nota. — Dans la gamme cartésienne de *do*, les bémols de *mi*, de *la* et de *si* valent seuls 25/24; le bémol de *ré* et le dièse de *fa* valent un comma de plus; en général, il n'y a pas lieu, dans cette gamme, de considérer d'autres notes accidentées que les cinq précitées (*Essai sur la gamme*).

VII. — Expériences a faire dans la modulation.

Ces expériences sont plus probantes que les précédentes, car elles permettent de mesurer, pour ainsi dire par répétition, les commas de la valeur desquels dépend la solution cherchée. Convenablement accumulés, ces commas arrivent à composer un intervalle résultant notable, très supérieur aux erreurs à craindre. Aussi l'expérience peut-elle se faire sans instruments spéciaux, et même avec un simple diapason.

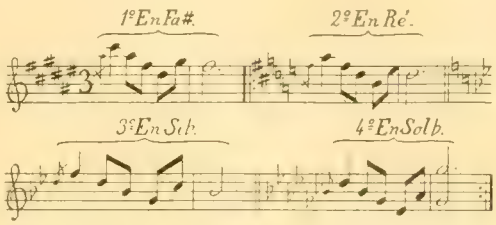


Fig. 4.

Considérons l'air précédent; il se compose d'un motif élémentaire reproduit successivement quatre fois dans les tons de *fa♯*, *ré*, *si♭*, et *sol♭*, dont les toniques s'échelonnent par tierces majeures descendantes, et les armures par quatre accidents abaisseurs (bémols ou bécarres de dièses), en sorte que le dernier ton (*sol♭*) est synonyme du premier (*fa♯*); chacun des motifs élémentaires finit sur sa tonique (blanche) et commence par sa médiante (petite note); celle-ci se chante semblable à la tonique du ton précédent, ce qui produit la modulation du type indiqué (par tierces majeures descendantes).

Donnons-nous, sur un instrument quelconque, le *fa♯* du ton initial et chantons consécutivement les quatre motifs élémentaires de l'exemple; nous aboutissons à un *sol♭* final qui fait (lui ou son octave) avec le *fa♯* initial un certain comma *c*. Cet intervalle étant petit, nous pourrions, pour obtenir un intervalle double, continuer la série des modulations par tierces majeures descendantes, et aborder successivement les tons de *sol♭*, *mi♭♭*, *do♭♭*, *la♭♭♭*; mais, au lieu de ces tons inusités à cause de la complexité de leur armure, il est plus simple et rigoureusement équivalent d'admettre fictivement qu'au lieu du 4e motif (en *sol♭*) on vient de chanter le 1er motif (en *fa♯*) et de continuer en reprenant de nouveau les trois motif en *ré*, *si♭* et *sol♭*; on aboutit ainsi à un second *sol♭* final, identique à ce qu'eût été le *la♭♭♭* défini plus haut, et formant avec le *fa♯* du début un comma 2*c*. Si l'on recommence une 3e, 4e..., *n*e fois, en se conformant à la barre de reprise de l'exemple, on aboutit à un 3e, 4e,..., *n*e *sol♭* final formant avec le *fa♯* initial un comma de valeur 3*c*, 4*c*,..., *nc*. Nous trouvons donc là un moyen de mesurer avec un instrument quelconque, un piano par exemple, la grandeur du comma *c* : s'il faut exécuter deux reprises consécutives pour que le dernier *sol♭* fasse avec le *fa♯* de

[1] Il va de soi que sur un violoncelle, dont les cordes sont plus longues, l'expérience serait encore plus facile.

départ un écart d'un demi-ton, c'est que le comma *c* vaut moitié d'un demi-ton. Comparant la valeur observée de ce comma avec celles que les formules de Pythagore et de Descartes permettent de calculer à l'avance, il est facile d'en conclure le type de gamme auquel on s'est conformé en chantant. Le calcul montre que, pour une seule reprise de quatre motifs élémentaires, le *sol*♭ final est émis, savoir : le *sol*♭ cartésien à 2/5 de demi-ton au-dessus du *fa*♯ initial; le *sol*♭ pythagoricien à 3/13 de demi-ton au-dessous de ce même *fa*♯[1]. Ainsi, un Cartésien chantant l'air prolongé d'une reprise (en tout, sept motifs élémentaires) terminera sur un *sol*♭ situé à 4/5 de demi-ton au-dessus du *fa*♯ du début, et sonnant par suite, non comme le *sol*♭, mais comme le *sol*♯ du ton initial[2].

VIII. — Causes d'erreur se rencontrant dans ces expériences.

Il semblerait que la Nature ait pris plaisir à accumuler ici les embûches, comme pour dérouter le chercheur et lui faire croire, quand il sent la musique à la façon cartésienne, qu'il se conforme, au contraire, à la gamme de Pythagore. Voici quelques-uns des pièges auxquels l'expérimentateur doit éviter de se laisser prendre.

Supposons qu'il veuille élucider la question en recherchant, comme on l'a expliqué plus haut (chap. VI), si, dans le ton de *do*, la quinte *ré-la* a pour valeur 40/27 (Descartes) ou 3/2 (Pythagore). S'il opère avec un violon, cet instrument, étant accordé par quintes, lui fournira forcément un *la* pythagoricien. S'il opère en observant un chanteur, il pourra trouver juste ; mais, si la mélodie choisie contient une de ces oscillations si fréquentes, dont les musiciens ne font pas état et ont l'air d'ignorer l'existence, par exemple une oscillation en *ré* équiarmé de *do* (*ré* mineur pseudique de l'*Essai sur la gamme*), l'artiste, même Cartésien, *devra* chanter la quinte *ré-la* avec la valeur 3/2 qui lui appartient dans ce cas, et notre chercheur pourra croire que l'expérience tranche la question en faveur de Pythagore. Cette cause d'erreur étant supposée reconnue, il pourra proposer à l'artiste un autre air, exempt d'oscillations de ce genre; mais si, dans ce nouvel air, le *la* se présente dans des conditions d'intonation difficiles, l'artiste, bien que Cartésien par hypothèse, sera fort exposé à réaliser la quinte *ré-la* avec la valeur pythagoricienne 3/2, non qu'il la trouve plus belle, mais parce qu'elle est toujours facile à pratiquer; il ne se la proposait pas comme but, mais il l'a employée comme moyen, en sorte qu'ici encore les apparences sont en faveur de Pythagore.

Même dans les mesures de commas par répétition (chap. VII), on rencontre souvent des causes d'erreurs équivalant aux précédentes : si l'on module par quatre tierces mineures successives, on est exposé à émettre, non pas ces tierces elles-mêmes, mais les quatre notes d'un accord de septième diminuée (*Essai sur la gamme*, p. 306); dès lors, l'écart final est nul, ce qui semble clore le débat en faveur de Pythagore, car le calcul montre que le comma cartésien est assez grand, tandis que le pythagoricien est presque nul. Si l'on module par six secondes majeures successives, l'accord de septième de dominante (*Essai sur la gamme*, p. 307), exerçant une influence perturbatrice analogue à celle qu'on vient de signaler pour l'accord de septième diminuée, peut mettre encore les apparences du côté de Pythagore. Toutes ces apparences trompeuses, tous ces pièges dont la liste pourrait être singulièrement allongée, expliquent sans doute pourquoi la question est restée controversée jusqu'à ce jour.

IX. — Examen du principe même des gammes par quintes et par rapports simples.

Les physiciens n'ont pas coutume d'examiner ce point, sans doute pour ne pas empiéter sur le domaine des psychologues; il est regrettable que la question soit généralement passée sous silence, car elle est intéressante et instructive.

Que se passe-t-il quand on entend un son musical? Le cerveau reçoit une série d'impressions élémentaires isochrones, pouvant se représenter graphiquement par une série de points équidistants marqués sur un axe des temps; ainsi la sensation afférente au *la* normal de 435 vibrations par seconde sera figurée par le schéma suivant (1re ligne)

Fig. 1.

si l'échelle des temps est de 1 division pour 1/435 de seconde; et le *do* qui forme tierce mineure avec le *la* précédent admettra un schéma analogue, mais présentant 6 divisions pour 5 du schéma de *la*. Pouvons-nous, à simple audition, reconnaître la valeur absolue de ces divisions du temps? Oui, au

[1] On remarquera que le sens seul de l'écart suffit à trancher la question, en sorte que l'expérience peut être faite à l'aide d'un simple diapason.

[2] Dans l'exemple précédent, si on chante l'air une seule fois et sans reprise, l'écart obtenu entre les notes synonymes extrêmes (*fa*♯ initial et *sol*♭ final) est d'environ moitié d'un demi-ton. Dans l'*Essai sur la gamme* (p. 303 à 307), on trouve plusieurs exemples analogues. Dans l'un d'eux, la différence entre les notes synonymes extrêmes (notes que confond le tempérament) est légèrement supérieure à un demi-ton.

moins à peu près, mais seulement après un entraînement convenable. Ainsi un ténor ayant à chanter un air approchant de la limite de sa voix, saura fort bien, le cas échéant, dire à son accompagnateur : « Votre piano est à 1/4 de ton au-dessus du diapason ». Mais cette évaluation n'est qu'approximative, et la plupart des musiciens non professionnels ne sont pas capables de la faire. Ce que tous, au contraire, perçoivent fort bien, ce sont les valeurs relatives, et non les valeurs absolues; par exemple, l'audition simultanée des deux notes *la* et *do* précédentes leur procurera la sensation bien connue de tierce mineure, et ils reconnaîtront cette sensation, même si l'instrument employé est plus haut ou plus bas que le diapason normal, alors que l'écart avec ce diapason aura passé complètement inaperçu.

Il est naturel qu'il en soit ainsi ; car, dans le cerveau d'un musicien dont la mémoire ne s'est pas trouvée soumise à un entraînement particulier, il n'est rien qui puisse donner la notion des valeurs absolues du temps, tandis qu'au contraire les valeurs relatives se manifestent à nous, par nos sensations mêmes; ainsi la tierce mineure *la-do* détermine la sensation afférente à cette sorte de vernier au sixième (rapp. 6/5) que représentent les schémas précédents (fig. 5), et tout autre couple de notes formant le même intervalle 6/5 donnerait lieu à un vernier tout semblable (*Essai sur la gamme*), susceptible par conséquent d'être confondu avec le vernier *la-do*.

Il est évident que, de même, des verniers au demi (rapp. 3/2), ou au tiers (rapp. 4/3), ou au quart (rapp. 5/4), etc., caractériseraient respectivement les intervalles musicaux de quinte (rapp. 3/2), ou de quarte (rapp. 4/3), ou de tierce majeure (rapp. 5/4), etc. Il y a là, dans le domaine de nos sensations *élémentaires*, quelque chose de tout à fait analogue à ce que nous constatons si fréquemment dans le domaine de nos sensations *résultantes* : dans un air à plusieurs voix, il est plausible de faire entendre, avec une partie comportant 1 blanche par temps, une autre partie à 2 noires par temps (rapp. 2/1); de même, on associera des temps de 2 noires à des triolets de 3 noires (rapp. 3/2), ou des temps de 3 noires à des duolets de deux noires ou de 4 croches (rapp. 4/3); de même encore, si, à l'imitation des Orientaux, nous arrivions à varier davantage nos rythmes, nous pourrions aussi, avec 5 croches en quintolet, accompagner 4 croches ordinaires (rapp. 5/4), etc. On voit combien est complète l'analogie avec le phénomène élémentaire des accords de deux sons : de même que, dans une harmonie, nous accouplons très bien des groupements de 3 noires et de 2 noires, malgré leur différence de rythme, parce qu'à chaque période d'un temps nous constatons leur concordance, de même, dans un accord de quinte 3/2 tel que *do-sol*, nous associons facilement la vibration *do* = 2 à la vibration *sol* = 3, malgré leur différence de fréquence, parce qu'à chaque période d'un vernier nous constatons la concordance des vibrations, ce qui nous procure cette sensation spéciale que l'expérience nous a révélé être caractéristique de la quinte : dans l'un et l'autre cas, notre intelligence paraît apprécier la connexion de deux rythmes en rapport 3/2.

Parmi les accords de deux (ou plusieurs) sons, les plus simples, étant les plus faciles à reconnaître, seront sans doute les plus employés par le musicien débutant; mais, plus tard, le besoin de varier ses sensations lui fera augmenter peu à peu la gamme de sons dont il fait usage, et il arrivera ainsi à employer des intervalles de plus en plus complexes. Il n'est pas possible de rappeler ici comment cette augmentation progressive des ressources de la gamme prend fin pratiquement[1] quand on est arrivé à réaliser un total de 12 sons (gamme chromatique), et pourquoi, de ces douze sons, on utilise le plus habituellement certaines séries de 7 notes (gammes diatoniques), dans lesquelles quelques groupes de 3 sons (échelles constitutives ou accords fondamentaux) ont un rôle prépondérant : toutes ces questions ont été traitées dans l'ouvrage déjà cité à plusieurs reprises (*Essai sur la gamme*), et on ne pourrait les résumer ici sans allonger cet article outre mesure. Considérons donc comme acquis ces différents points, d'où il résulte que la conception des rapports simples explique au moins la mélodie, et passons à un rapide examen de l'harmonie.

Supposons qu'un ténor chante un thème simple, tel que le dessus de l'exemple suivant, et voyons comment un baryton cherchant à l'accompagner pourra être porté à lui faire harmonie.

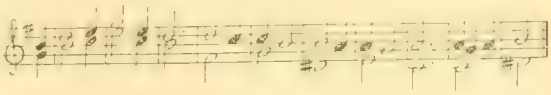


Fig. 6.

A la vérité, le problème admet bien des solutions; mais il n'en est pas moins évident que l'une des plus *naturelles* et *instinctives* sera celle qu'indique la figure ci-dessus, où la note du baryton, comparée à celle du ténor, réalise à elle seule la double condition : 1° de former un rapport très simple, celui de tierce (ou de sixte, renversement de la tierce[2]); 2° de caractériser le mode des

[1] Du moins, en général.

[2] Aux mesures 5 et 7, ceci n'est vrai que pour les temps

échelles (accords parfaits) dans lesquelles on conçoit les harmonies successives. Ainsi, quand le ténor chante *si*, *ré*, etc., le baryton chante *sol*, *si*, etc.; il joint *sol* à *si*, *si* à *ré*, etc., à cause du caractère spécifique et de l'extrême simplicité des rapports correspondants, 5/4, 6/5, etc.

Dans la théorie de Pythagore, ces faits seraient-ils susceptibles d'une explication plausible? Il faudrait admettre que, pour joindre sol_3 à si_3, le baryton descend de 4 quintes, si_3, mi_3, la_2, $ré_2$, sol_1, puis remonte de 2 octaves sol_1, sol_2, sol_3; que, pour joindre si_3 à $ré_4$, il monte au contraire de 3 quintes, $ré_4$, la_4, mi_5, si_5, et redescend ensuite de deux octaves si_5, si_4, si_3. Mais quelle cause a pu amener le baryton à concevoir intuitivement et instantanément ces quintes de nombre et de sens variables, ainsi que leurs octaves correctives? Cette conception, d'ailleurs, est contredite par les faits : les intervalles harmoniques ne sont sûrement pas engendrés par des quintes. Aussi certains Pythagoriciens abandonnent-ils le cas de l'harmonie, et se bornent-ils à prétendre que la mélodie seule est conforme à leur conception de la gamme; ainsi, dans l'exemple précédent, pour *sol* = 1 (tonique), le *si*, première note du ténor, vaudrait 81/64, tandis que le *si* qui suit immédiatement, seconde note du baryton, vaudrait seulement 5/4.

Sans insister sur ce que cette différence entre les gammes du ténor et du baryton présenterait d'un peu « singulier », voyons si la thèse pythagoricienne ainsi réduite peut s'appuyer sur des bases solides, tant théoriques qu'expérimentales.

Les Pythagoriciens donnent-ils de la consonance une interprétation plus plausible que celle que la considération des rythmes élémentaires permet aux Cartésiens de concevoir? Assurément non.

Les Pythagoriciens engendrent-ils de façon simple et mathématique ces groupes de sons (échelles) de types *do-mi-sol* et *do-mi*♭*-sol* que fournit immédiatement la conception cartésienne, et qui ont en musique un rôle si prépondérant? Non, les séries de quintes pythagoriciennes *do-sol-ré-la-mi* et *mi*♭*-si*♭*-fa-do-sol* séparent et dispersent ces sons que l'art associe; ces deux séries sont entachées de notes étrangères, et dans une seule d'entre elles la note *do* occupe la place de base qui lui revient.

Tandis que les Cartésiens peuvent engendrer aisément et logiquement nos gammes diatoniques, en associant les groupes rationnels de trois sons (échelles) unis par les rapports les plus simples (*Essai sur la gamme*), les Pythagoriciens donnent-ils de la gamme une genèse aussi plausible? Nullement. La formule cartésienne fournit des séries diatoniques et une série chromatique *limitées* respectivement à sept et douze sons (comme les gammes dues à l'intuition des artistes) et *s'ajustant pour ainsi dire sur le fait expérimental* à la façon d'un vêtement bien coupé. Au contraire, la formule pythagoricienne fournit, non point un vêtement ajusté, mais seulement une sorte de pièce d'étoffe *illimitée* dans les deux sens, *ne rappelant en rien la forme des faits expérimentaux*, et dans laquelle le théoricien doit, de façon complètement arbitraire, découper des segments de longueur convenable.

Tout au plus les partisans des quintes peuvent-ils invoquer en faveur de leur gamme certains principes observés en musique pythagoricienne et non en musique cartésienne. Mais ces principes, énoncés sans démonstration, sont controuvés et doivent être rejetés, soit à cause des conséquences fausses qu'ils comporteraient, soit parce qu'ils sont nettement contraires aux faits. Ainsi, d'après certains auteurs, la gamme pythagoricienne devrait être préférée à la cartésienne parce que ses intervalles ont des valeurs immuables, indépendantes de la place où on les mesure; mais, comme la fixité des intervalles est contredite par l'observation[1], ces mêmes auteurs, afin de corriger ce que cette pseudo-qualité pourrait avoir d'embarrassant pour l'interprétation des faits, admettent que chaque note peut se présenter avec des variations de hauteur ou *nuances*; ils n'indiquent, d'ailleurs, pas quelles doivent être les valeurs de ces nuances, et ne font pas comprendre en quoi ces variations arbitraires satisfont l'esprit plus complètement que les variations mathématiques résultant de la conception cartésienne.

D'autre part, au point de vue expérimental proprement dit, la thèse pythagoricienne paraît mal défendue par les faits, car presque tous les physiciens obtiennent par leurs mesures des résultats cartésiens. Il existe, il est vrai, les célèbres expériences Mercadier-Cornu, et celles-ci, qui tendent à maintenir, au moins en mélodie, la conception pythagoricienne de la gamme, ont sur le grand public une influence extrêmement considérable, car nous sommes généralement moins aptes à peser les raisons elles-mêmes que l'autorité de ceux qui les énoncent. Mais nous avons vu (chap. V) que le principe même de ces expériences donne lieu à de sérieuses objections; que leur exécution est exposée à mille chances d'erreurs (chap. VIII), à l'abri desquelles les savants auteurs précités n'ont peut-

2 et 3; pour le temps 1, l'exception apparente résulte de ce que, en ces points, la partie du ténor présente ce que les musiciens appellent un retard.

[1] Voir notamment les expériences de M. Zambiasi, signalées par M. Lucien Poincaré dans la *Revue générale des Sciences* du 30 janvier 1903.

être pas toujours pu se mettre; qu'enfin, en évitant ces causes d'erreurs, on exécute, tant dans la gamme (chap. VI) que dans la modulation (chap. VII), d'autres essais conduisant à des conclusions toutes différentes de celles des expériences de MM. Mercadier et Cornu.

Si celui de ces deux savants qui subsiste seul aujourd'hui voulait reprendre son programme interrompu et continuer dans la modulation ce qu'il a fait naguère pour la gamme, il achèverait sûrement l'œuvre commencée en ruinant la conception pythagoricienne de la mélodie, comme il a déjà ruiné celle de l'harmonie.

Maurice Gandillot.

LA SALUBRITÉ GÉNÉRALE DES TERRITOIRES HABITABLES

Quel que soit présentement le nombre d'habitants, quelle que soit même leur absence apparente dans une région, on ne saurait oublier que désormais il ne peut plus y avoir de territoire qui n'ait pour destinée, et dans un délai assez rapproché, d'exercer une influence sur la salubrité générale.

Souvent ce ne sera point le fait direct d'installations habitables; mais, tout au moins faut-il admettre que, sous peu, il n'y aura plus guère de localité qui ne soit appelée à montrer la solidarité de son action sur la santé de groupements humains plus ou moins proches, notamment au moyen des eaux qu'on pourrait être conduit à capter pour l'alimentation de leurs membres.

Le sujet que nous abordons en ce moment s'impose par suite de la facilité et de la rapidité de déplacement, devenues aujourd'hui les caractéristiques des moyens de transports disponibles; c'est donc une vérité spéciale à notre époque. Et il faut savoir y regarder d'assez près, pour être en état de satisfaire aux besoins qui vont se manifester et qu'il faut prévoir.

L'*eau*, le *sol*, l'*air* interviennent comme conditions générales de la santé, dont ils peuvent être considérés comme des facteurs constants. Cette santé se confond avec la salubrité de l'habitation, qu'il est du ressort des activités professionnelles d'assurer aux territoires où les sociétés s'organisent, en vue des superficies plus vastes qu'intéresseront les nécessités de leur développement. Ce sont donc là trois éléments qui sont liés à la manifestation de la vie ou des activités qu'elle entraîne chez l'homme. Dans ces conditions, microbiologie et parasitologie ne peuvent rester étrangères aux spéculations défensives contre toute nocivité anti-sanitaire : le monde microbien fait, en effet, courir aux collectivités des dangers se mesurant au nombre d'unités rapprochées; et ces dangers sont d'ailleurs les mêmes que ceux qu'on constate lorsqu'il s'agit de santé privée. C'est contre la menace incessante de leur propagation qu'il convient de défendre l'eau, le sol et l'air.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce sujet, que nous avons déjà abordé en détail dans un article récemment publié ici même[1].

Contentons-nous de rappeler que la salubrité des habitations, comme l'hygiène de l'habitat, réclament l'une et l'autre une suite d'opérations qui seraient nouvelles et demanderaient à être inaugurées sans tarder.

Tout rapprochement d'êtres vivants entraîne une variété d'usures. Ces usures de la vie et des activités qui s'ensuivent deviennent des causes d'insalubrité pour les centres agglomérés. Leur insalubrité se manifeste par la pathogénéité des bactéries conservées dans le sol, dans l'eau, ou par suite des viciations atmosphériques, viciations d'autant plus appréciables qu'on se reporte à l'état constaté de l'air en pleine mer ou dans les montagnes d'une altitude quelque peu marquante — vrai critérium de pureté atmosphérique.

Il y a donc lieu de rechercher les mesures par lesquelles les trois éléments en question pourraient bien demeurer aussi sains que possible et répondre aux exigences de la salubrité réclamée pour l'habitation, dont ils constituent toujours l'ambiance immédiate.

Les services publics devraient, en conséquence, élargir la mentalité de leur organisation — et ce serait assez simple! — afin d'étendre le champ, un peu trop strictement déterminé jusqu'ici, de leurs applications par rapport aux inquiétudes que la vie sociale peut soulever. Aucun des services ne serait interrompu; tous se poursuivraient en fixant les regards sur la *santé publique*.

Il serait facile de désigner ici les corps professionnels pouvant bien intervenir dans les nouvelles utilités réclamées. Ils sont tout indiqués pour prendre cette autorité, d'accord avec le courant intellectuel visant l'hygiène : ce seraient seulement de nouveaux chapitres à ouvrir à côté des différents services qui leur incombent déjà.

[1] G. Trélat : Santé publique et Paris de demain. *Revue gén. des Sciences* du 15 avril 1907.

I

Il ne faudrait pas que cet article restât dénué de sens pratique. Il doit, au contraire, insister sur certains points concernant avant tout le caractère indemne à ménager aux localités habitées.

Les lecteurs s'étonneraient sans doute que les idées émises ne fussent point suffisamment circonscrites pour autoriser la précision d'un sujet, auquel leur intervention active pourrait être des plus utiles.

Mais, d'autre part, il n'y a pas lieu de déterminer des solutions par trop arrêtées à l'avance; elles ne seraient aucunement en place. Elles doivent toujours conserver assez de latitude pour réserver le caractère que les applications pourraient être conduites à prendre en s'accordant, d'une part avec les localités, d'autre part avec les tempéraments que la variété des contrées et leurs antécédents autorisent ou prescrivent. Ce serait donc une raison de s'en tenir à un idéal assez précis pour diriger les conceptions, à des hypothèses permettant aux solutions de gagner l'ampleur que comporte le sujet.

Il est aujourd'hui reconnu que, sauf exceptions s'accusant notamment par l'influence d'agents mécaniques, physiques ou chimiques, ce sont plus particulièrement des agents animés, sous forme de microbes, qui déterminent tout danger de mort ou de maladie. Et c'est toujours dans l'eau, sur le sol et dans l'air que ces microbes séjournent; c'est donc par les dits éléments que la transmission s'opère.

Dans l'eau, les germes pullulent. Et, bien que le passage des eaux à travers le sol les dépouille de ces microbes, il ne faudrait pourtant pas trop se fier à la pureté des eaux profondes. Il arrive que, dans les terrains calcaires, des fissures favorisent le libre cheminement du liquide, sans permettre aucun dépôt de germes, qu'on sait être le caractère de l'action épuratrice des couches poreuses.

Dans le sol, indépendamment des germes dont la végétation peut bénéficier, les microbes, qui recouvrent la superficie ou qui se trouvent répartis dans la partie supérieure des terres, sont des causes permanentes de maladies.

Bien que l'air contienne d'ordinaire assez peu d'éléments infectieux, les poussières du sol, quand elles sont transportées par le vent, comprennent forcément des germes confondus avec des particules inertes, qu'elles font pénétrer dans l'organisme par les voies respiratoires, digestives ou par toute autre voie.

L'eau, le sol et l'air font donc penser à des réservoirs de bactéries, souvent pathogènes. Dans ces conditions, il est désirable que nos collectivités se gardent autant que possible de confondre leurs germes malfaisants avec ces agents de la vie, qui seraient ainsi exposés à devenir l'origine permanente de méfaits pour la santé, si l'on n'avait pas la précaution de les garantir.

Des études incessantes et infinies s'attachent à éclairer sur l'influence des parasites et des agents, causes de maladies infectieuses. Ces travaux permettraient d'aboutir à une organisation plus active de défense contre la menace permanente de propagation pathogène. Il convient, en outre, de s'attacher à une lutte incessante contre les dangers manifestes de contamination, en vue d'anéantir le péril avant que nos sociétés aient à en souffrir. Ainsi la situation, particulièrement réclamée par la santé des milieux, se résume en exigences consistant toutes : d'une part, à s'opposer chaque jour davantage à la contamination des trois éléments subordonnant l'habitat à leur influence; d'autre part, et dans la mesure du possible, à s'efforcer de leur rendre la santé, lorsqu'elle est compromise. Tels sont bien, semble-t-il, les caractères déterminants de l'idéal et des hypothèses que la science met au service de la salubrité des habitations, dont il y a lieu de préparer aujourd'hui les services techniquement organisés.

II

Les conditions primordiales de santé sont représentées, comme on vient de le voir, par la salubrité et la pureté relatives du sol, de l'eau, de l'air. Leur alimentation en germes aboutit à une action pathogène et permanente d'insalubrité pour l'ambiance de l'homme.

Mais, une fois affirmée la salubrité du milieu, il s'agit encore de ne point compromettre la situation par des aménagements regrettables. Il y a urgence à procurer les bienfaits de la santé à tous les habitants en même temps qu'à la totalité de l'habitation. Cela se réaliserait par une étude volontaire et énergique des dispositifs répondant au programme que la dite habitation doit remplir, sans jamais négliger aucune des exigences de la santé. Et le mode de construction observé, comme la nature des matériaux employés, concourraient l'un et l'autre au service objectif, grâce au caractère de leur structure plus ou moins perméable, grâce surtout à leur aptitude à la désinfection, dont la mise en pratique s'impose, au moindre doute surgissant dans l'esprit.

Et l'on n'oubliera pas l'évacuation des usures, relativement aux dangers d'infection; elle supposera les mêmes scrupules que ceux d'ailleurs évoqués dans les circonstances de ce genre. Pour les eaux d'égout, le dernier quart de siècle a montré

jusqu'à quel point la critique scientifique pouvait entraîner de progrès techniques dans les modes d'épuration en usage. Au début, sous la haute direction d'ingénieurs éminents de la Ville de Paris, l'épandage de Gennevilliers, qui servit de modèle, visait exclusivement l'utilisation des engrais que les eaux usées pouvaient bien contenir; car on entendait judicieusement en faire profiter les sols restés jusque-là incultes de la presqu'île. Très belle opération, que l'inquiétude sanitaire fit ultérieurement confondre avec une question de santé. Je ne puis oublier l'extension en regard d'assainissement, pour en avoir été témoin à la *Société de Médecine publique*, d'où l'initiative est en quelque sorte partie. Cela fut alors un honneur pour la jeune Société et pour l'activité de ses membres. Mais il convient d'ajouter que l'épuration ne saurait jamais être suffisamment contrôlée, étant donné le péril auquel exposeraient des expériences particulièrement regrettables, lorsqu'il s'agit de santé, surtout de santé publique, ce dont témoignent d'ailleurs les écoles par où durent passer ces vingt dernières années, avant d'aboutir à l'équilibre de scrupules judicieux.

En fait d'eaux d'alimentation, le problème est également délicat. Au cours de ces lignes, j'ai déjà eu l'occasion de rappeler les dangers que la boisson d'eaux de source est exposée à faire courir. Elles ont toujours l'attrait de la limpidité et de la fraîcheur de température; mais il arrive parfois que, après avoir été irréprochables pendant un temps, elles traversent des périodes malfaisantes. Nous répétons donc qu'il ne faudrait pas trop se fier à l'agrément et à l'appétence que de telles eaux suscitent. Il y aurait même urgence à ce que toute collectivité fût toujours pourvue de moyens effectifs de filtrage et d'épuration, pour qu'on puisse, le cas échéant, rendre la santé aux eaux devenues malsaines par contamination. Les sources présentent d'ordinaire des conditions supérieures aux rivières pour l'alimentation des êtres. Mais cela n'empêche pas qu'elles soient encore exposées à des invasions bactériennes correspondant aux saisons pluvieuses.

Je me souviens d'un fait qui remonte à une dizaine d'années. Il montre bien qu'on ne saurait assez se préparer à l'assainissement général des territoires campagnards. Le cadavre d'une vache avait été oublié ou ignoré en pleine campagne de l'Espagne, dans le vallonnement d'un plateau. La constitution du sol calcaire et ses fissures firent que les eaux du ciel transportèrent les germes issus du cadavre. La contamination des eaux souterraines s'ensuivit; et la maladie, la mort en résultèrent dans un groupe d'habitations, situées au bas d'une montagne de la région et qui utilisaient pour leur boisson l'eau d'une source du voisinage, dont la pollution fut attribuée à la cause que nous venons de rappeler et dont je suis resté frappé.

Par les temps humides, les fissures naturelles des terrains calcaires se trouvent donc utilisées au passage des eaux du ciel, leur permettant ainsi d'entraîner en profondeur, sans aucun dépôt, les microbes de la superficie du sol. Il serait donc sage de se mettre en mesure de pouvoir, au besoin, filtrer les eaux de source comme les eaux de rivière. Il est bien entendu que cela ne ferait pas oublier les mesures de prévoyance sanitaire qui seraient suggérées par les desiderata de la salubrité superficielle.

Bien que la poussière de charbon ne soit sans doute pas cause d'insalubrité manifeste pour l'atmosphère, il est bon de noter une tendance marquée à faire disparaître les fumées dans les villes.

Et l'hygiène des voies publiques s'impose également au technicien, par suite des transports dont on a pu être témoin et qui aboutissent à une rapidité, à une richesse de circulations ignorées à d'autres époques. C'est en partie la conséquence des applications de l'électricité caractérisant le courant industriel de notre XXe siècle.

Leur aménagement prend une complexité considérable, par suite du nombre et de la diversité de parties distinctes ayant à répondre à la nouveauté et à la différence des besoins de circulation dans les centres agglomérés. En l'espèce, il y faut compter avec la répétition et la commodité spacieuse de refuges et de trottoirs réservés aux piétons, de même qu'on ne saurait oublier la nécessité de chaussées spéciales pour différencier les directions opposées des véhicules et pour éviter les embarras contrariant la rapidité des mouvements unitaires auxquels les voies publiques sont désormais astreintes. Cette complexité entraîne un soin tout particulier dans l'étude et l'exécution des parties concourant à la totalité d'une avenue. Il en résulte, comme toujours, des travaux comprenant des vues d'ensemble. Mais les frottements auxquels les chaussées sont exposées déterminent des usures considérables du sol et une fréquence de réparations dont il sera également tenu compte dans les données du problème à résoudre. La rapidité et l'abondance signalées dans la circulation des piétons et dans celle des véhicules à traction animale ou automatique ont, en suite de leur répétition continue, pour caractère inéluctable d'occasionner des troubles, souvent appréciables aux regards, dans la pureté de l'air. Une foule de considérations en découlent. Il serait bon de les mettre au point, en ce qui touche les espaces qui sont situés au delà des enceintes ou des périphéries actuelles des villes, parce qu'ils sont appelés à prendre place dans l'agrandissement imminent d'agglomérations trop concentrées.

Voilà pour quelques desiderata, qu'il semblerait bon d'envisager dès maintenant, si l'on ne voulait risquer de compromettre à tout jamais les solutions que l'avenir entend voir réalisées. C'est le *progrès* qu'on sert effectivement en prévoyant les exigences de l'avenir. Ce qui montre bien que la liberté des applications techniques ne répond jamais assez directement aux inspirations autorisées par la science et qu'on ne saurait les suivre de trop près. Par un temps d'études et d'expériences infinies, la loi de progrès contemporain veut qu'il en soit ainsi, à moins qu'on ne préfère collaborer à une décadence : elle serait liée à l'absence de toute volonté, exaltée par le temps et par les visions qu'il tendrait à suggérer.

III

Voyons maintenant quelle portée pratique les moyens actuellement existants pourraient prendre, en fait d'hygiène, s'ils comprenaient toutes les applications dont ils sont capables.

Les organisations publiques ou privées, ayant à s'occuper plus ou moins directement du sous-sol terrestre et des richesses qu'il détient, — en particulier le « Corps des *Mines* », — seraient préposées au maintien des *eaux souterraines* à l'état de pureté. La contamination hydrique, dans les gîtes intérieurs de la terre, devient un danger que les observations et l'expérience démontrent de mieux en mieux. Par la pollution des nappes souterraines, les collectivités agglomérées se trouvent exposées à capter et à amener à grands frais, pour l'alimentation de leurs membres, des eaux dont il y a souvent à déplorer la malfaisance. Il en résulterait la nécessité de protéger ces eaux et même de subordonner à leur état de salubrité les travaux qui s'effectueraient à fleur du sol. Pour prendre un exemple, le forage des puits s'opère à l'exclusion de toute pensée d'ordre sanitaire ; il est cependant de nature à propager des contaminations sous terre. Le phénomène s'expliquerait par le voisinage des causes d'infection, telles que les dépôts de fumier, les fosses d'aisances ou les puisards affectés aux détritus de la vie. Du reste, l'usage de leurs eaux est déjà redoutable comme alimentation, et l'on tendrait chaque jour à en proscrire davantage les eaux pour la boisson.

Les corps nationaux, préposés aux mines et aux gisements terrestres, auraient donc à montrer une utilité nouvelle et plus étendue de leur intervention. Elle ferait l'objet de consultations importantes pour la salubrité, telle que les connaissances présentes voudraient la voir pratiquée.

En ce qui touche les *eaux à fleur de sol*, c'est au Corps des *Ponts et Chaussées* qu'il appartiendrait d'agir. Son intervention, eu égard aux consultations intéressant la santé, aurait à subordonner davantage les travaux publics, en y comprenant parfois même les travaux à la mer, si l'on voulait réaliser une protection devenue bien désirable aujourd'hui pour les eaux de la nature. Ainsi serait-il particulièrement intéressant et sage de sauvegarder la santé de leurs cours, partout où leur direction, conséquente des reliefs du sol, aurait entraîné ou favorisé l'agglomération d'habitants. Alors des mesures préventives contre la contamination se trouveraient tout indiquées. En conséquence, des collecteurs latéraux seraient à prévoir partout où l'utilité s'en manifesterait, suivant ce qui vient d'être dit et ce qui commence, du reste, à s'exécuter au moins dans les villes. Les liquides de la vie privée, de la vie collective ou des travaux industriels y seraient toujours écoulés. Ces liquides ne seraient jamais confondus avec les eaux de la nature sans avoir subi, au préalable, une épuration naturelle ou artificielle, mais toujours éprouvée scientifiquement. Pour toute collectivité spéciale, il s'ensuivrait donc une mise au point de projets élaborés pour préserver la pureté hydrique, y compris celle de la mer, dont le littoral se trouve parfois exposé à des pollutions regrettables pour la santé et le bien-être publics.

Pareillement, les *Eaux et Forêts* présentent une suite d'aménagements distincts en rapport avec l'influence exercée par les forêts et les chutes d'eau. Les régions montagneuses font l'objet de travaux présentant un intérêt incontestable, et les solutions qu'ils entraînent ne sont pas sans avoir trait à la santé. En effet, le sol de la forêt favorise les infiltrations d'eaux du ciel, concourant de la sorte à l'alimentation des nappes profondes ; et l'expérience ne permet plus de s'en désintéresser. Mais ce n'est pas tout : il faut encore compter avec les racines d'arbres et les menues variétés de plantes qui les avoisinent. Les terres déclives du sol sont ainsi fixées, assurant la permanence superficielle des terres apparentes ; sans quoi les pâturages ne cesseraient de se dégrader, de former obstruction aux rivières et de modifier ainsi leur cours. Mais, en outre, grâce à une répartition plus régulière des mouvements atmosphériques, le voisinage des forêts adoucit le climat ; une salubrité se manifeste dans les agents de la santé devenus plus cléments, en conséquence de l'absorption des eaux à la surface et du calme apporté à la violence des vents. Ce sont là autant de sujets qui se trouvent reliés à la santé des territoires et par conséquent de l'habitation. L'Administration des *Eaux et Forêts*, dont la progression sanitaire ne saurait se désintéresser, est, par le fait, destinée à devenir une force et une source de documentation précieuse en fait d'hygiène générale.

Naturellement, le « Génie civil » ne saurait, lui non plus, être passé sous silence. Il répond à un enchaînement trop notable d'initiatives pour cela, initiatives représentant l'esprit de l'industrie moderne. Les applications qu'il comprend gagneraient souvent à ce qu'il fût tenu plus grand compte des exigences croissantes de l'hygiène, en vue d'une extension de la salubrité des éléments si divers qui concourent à l'ambiance de la vie et de l'habitation. La multitude d'activités que couvrent les mots de génie civil touche à la satisfaction directe de tous les besoins que nos sociétés peuvent bien montrer. Un simple regard suffirait d'ailleurs pour constater les volontés inspirées par la science de l'époque. Les esprits compréhensifs seraient frappés de tout ce que la santé gagnerait à accuser une part plus déterminée de préoccupations dans les problèmes que l'industrie aurait à résoudre. Les ingéniosités continues, servant de bases à toutes ses élaborations, y rencontreraient des repères nouveaux. Ce serait bien de nature à donner une plus grande extension aux activités industrielles et à socialiser davantage la portée dont la production pourrait faire preuve. Et cela se ferait toujours par un accord essentiel avec le progrès, tel qu'il ressort de l'esprit contemporain.

IV

En résumé, la santé, ou, pour être plus précis, les conditions qui seraient de nature à généraliser cette santé, doivent intervenir dans toutes les applications techniques.

Et l'autonomie — tellement réclamée dans ces derniers temps comme une condition inéluctable de progrès au service de l'hygiène — serait dépourvue de toute efficacité, si l'on ne commençait par susciter les préoccupations techniques jusqu'à faire appel à la salubrité pour toute solution qu'il faudrait soumettre à une étude préalable.

L'ambiance salubre ne fait qu'un avec la santé des habitants. Pensée implicitement comprise dans l'expression de *santé publique*, également appliquée à l'état sain des êtres et des choses.

Toute activité professionnelle, qui se résume en installations ou en aménagements matériels, — faisant tous partie de la scène affectée à la vie et aux activités humaines et sociales, — ne devra plus jamais manquer au devoir d'envisager toutes les causes sans exception qui seraient déterminantes d'insalubrité. Il y a urgence à ce que la santé prenne place au nombre des données exerçant une influence prépondérante dans les applications autorisées par toute entreprise. Tel sera le courant d'activités dont il faudra faire preuve, toutes les fois qu'on sera en présence de territoires pourvus d'une agglomération d'intensité quelconque ou même en l'absence de tout rassemblement appréciable d'habitations. Car c'est là une circonstance qui n'est plus à considérer désormais que comme essentiellement momentanée et sans lendemain. C'est donc au service de la salubrité totale des territoires qu'il convient désormais de s'attacher. Et, si nous tenons compte de l'abondance et de la rapidité tellement généralisées que présentent les locomotions de nos jours, nous verrons qu'il n'y a plus aucun point terrestre qui ne soit subordonné à l'habitation, aux activités qu'elle couvre ou symbolise, pour ainsi parler.

Comme conclusion finale, nous aboutirons aux pensées que :

1° Toute collectivité nationale ou municipale devrait pousser les différents corps professionnels qu'elle comprend, et les arts qui s'y trouvent subordonnés, à tenir un compte rigoureux de la salubrité dans toutes les élaborations;

2° Aucune délibération ne se ferait plus sans entraîner une attention particulière aux éléments qui, par le fait des agents infectieux qu'ils peuvent détenir, représentent des facteurs effectifs de maladie ou d'insalubrité, c'est-à-dire de mort;

3° Des projets, scrupuleusement établis sur les données intéressant la santé, seraient mis à l'étude sans retard, d'accord avec la marche de la science.

Ces projets, tenus toujours au point des progrès, constitueraient une innovation des plus généreuses dans la pratique. Travail essentiel de bonne administration, il s'effectuerait toujours en vue des progrès et à l'exclusion des possibilités budgétaires. Par contre, il n'y aurait plus jamais aucune dépense qui, une fois décidée, n'engageât des travaux d'exécution longuement prévus et foncièrement délibérés, en fin de concourir aux réalisations d'ensemble répondant toutes à l'intérêt collectif.

Gaston Trélat,

Chef d'atelier, Directeur des études
à l'École spéciale d'Architecture.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Lévy (Maurice), *Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur au Collège de France et à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.* — **La Statique graphique et ses applications aux constructions.** *Tome I* : **Principes et applications de Statique graphique pure.** 3e *édition.* — 1 *vol. in-8°, de* xx-598 *pages, accompagné d'un atlas de* 25 *planches.* (*Prix* : 22 *fr.*) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris*, 1907.

Le grand *Traité de Statique graphique* de M. Maurice Lévy, aujourd'hui classique, peut-on dire, est trop connu pour qu'il y ait lieu, à l'occasion de sa troisième édition, qui commence à paraître, d'en reprendre ici l'analyse détaillée.

Rappelons seulement que ce premier volume est consacré aux problèmes que la Statique permet de résoudre seule, sans intervention d'aucun principe débordant de son cadre, et disons en un mot quels sont les points sur lesquels l'auteur a introduit des améliorations par rapport à l'édition précédente ; ils concernent l'étude des efforts produits par le passage d'un convoi sur un pont (à laquelle sont jointes quelques nouvelles données pratiques, ainsi qu'une table numérique de M. Resal, d'un grand secours pour l'étude d'un avant-projet de pont à deux appuis), les équations fournies par la Statique pure quand il s'agit de systèmes plans élastiques (équations complétées par les travaux de M. Maurice Lévy lui-même), et la détermination des forces élastiques qui se développent dans ces systèmes, un résumé des idées sur les résistances à la rupture et les lignes de Luders auxquelles ont conduit les recherches du Commandant Hartmann.

D'autre part, l'auteur a introduit dans ce volume plusieurs documents officiels visant les matières dont il traite, et à l'élaboration desquels il a eu la plus large part, leur conférant ainsi l'autorité particulière qui s'attache à sa haute compétence ; ce sont le règlement ministériel du 29 août 1891 concernant les calculs et épreuves des ponts métalliques, celui du 17 février 1903 concernant les calculs et épreuves des halles à voyageurs et à marchandises des chemins de fer, les instructions du 20 octobre 1906 relatives aux constructions en béton ou ciment armé.

Après ce court exposé des nouveautés qui signalent plus particulièrement cette édition à l'attention des spécialistes, il nous sera permis, pensons-nous, d'insister un peu sur une autre différence qu'elle offre par rapport à la précédente.

En dépit de diverses tentatives antérieures d'application générale de la méthode graphique à l'art du calcul tel que le pratiquent surtout les ingénieurs (parmi lesquelles il faut retenir celle de l'ingénieur des Ponts et Chaussées Cousinery, en 1839), ce n'est qu'aux environs de 1860, qu'en instituant pour les calculs de résistance, une doctrine spéciale fondée sur un emploi systématique des propriétés des polygones funiculaires, Culmann a fait définitivement du graphique un instrument permanent de calcul entre les mains des hommes techniques.

Propagée en Allemagne par Mohr, en Italie par Cremona, en France par M. Maurice Lévy, la nouvelle doctrine, enrichie des importantes contributions personnelles qu'y apporta chacun de ces savants, pénétra successivement dans l'enseignement des diverses écoles supérieures, où elle ne tarda pas à constituer la forme classique sous laquelle, à de futurs ingénieurs, devait s'offrir le calcul graphique en général. Par une tendance toute naturelle, c'est donc autour d'elle que vinrent se grouper toutes les applications de la méthode graphique aux divers calculs techniques, et nous entendons par là non seulement celles où les nombres soumis aux calculs, après avoir été transformés en vecteurs, sont traités par le moyen d'épures plus ou moins analogues à celles de la Statique graphique, mais encore celles, toutes différentes, où les relations analytiques se traduisent en tableaux cotés ou nomogrammes. On sait qu'aujourd'hui ces diverses méthodes ont acquis une autonomie propre et font l'objet d'exposés spéciaux. Il devait en résulter, pour la Statique graphique, un allègement véritable, son domaine se trouvant vidé d'une foule de notions étrangères à son objet propre, quoique d'une non moins grande utilité pour les hommes techniques auxquels elle s'adresse.

Cette séparation, nettement marquée depuis quelques années, a conduit M. Maurice Lévy à limiter son exposé à la Statique graphique proprement dite, renvoyant pour les études voisines, mais qui ne se confondent pas avec elle, aux traités qui leur sont spécialement consacrés. C'est là la reconnaissance définitive, par une des autorités les plus hautes en ces matières, d'un ordre nouveau qui se maintiendra désormais dans la Science.

MAURICE D'OCAGNE,
Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées

Durège (H.). — **Elemente der Theorie der Funktionen einer komplexen veränderlichen Grösse.** — 5e *édition, mise au point par* M. L. MAURER. — 1 *vol. in-8° de* 400 *pages.* (*Prix cartonné* : 12 *fr.* 50.) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1907.

Traité, classique en Allemagne, de la théorie des fonctions d'une variable complexe, dont la 5e édition a été mise au courant des dernières recherches par M. L. Maurer.

Razous (P.), *Ingénieur, ancien Inspecteur du travail.* — **Les Scieries et les Machines à bois.** — 1 *vol. gr. in-8° de* 523 *pages avec* 377 *fig.* (*Prix broché* : 15 *fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

Le succès qu'a rencontré l'excellent ouvrage de M. Razous vient de nécessiter la publication d'une seconde édition.

En plus des matières traitées dans la première édition, et développant avec beaucoup de détails l'organisation rationnelle des exploitations en forêt, l'installation des scieries fixes, les diverses dispositions des machines-outils utilisées en charpente, menuiserie, charronnage, fabrication des bois de brosses, confection des caisses d'emballage et des tonneaux, les applications de l'électricité comme éclairage et comme transport de force motrice dans les ateliers de travail du bois, les dispositions de protection des scies et des machines à lames tranchantes, la deuxième édition s'occupe, dans trois chapitres spéciaux, des régions boisées des Colonies françaises susceptibles d'être exploitées, de l'étude qui doit précéder une grande exploitation en forêt, et enfin de divers procédés pratiques de conservation et de séchage des bois.

Ceux qu'intéresse l'industrie des bois trouveront dans cet ouvrage tous les renseignements nécessaires à l'exercice de leur profession.

2° Sciences physiques

Kühnen (Dr F.) et **Furtwängler** (Dr Ph.). — **Bestimmung der absoluten Grösse der Schwerkraft zu Potsdam.** (*Veröffentlichung des Königl. Preussischen geodätischen Institutes.*) — 1 *vol. in-4° de* 390 *pages. Stankiewicz, éditeur. Berlin,* 1907.

Il n'avait point été fait, depuis les déterminations classiques du Commandant (aujourd'hui Général) Defforges, de déterminations absolues de la pesanteur d'un intérêt comparable à celles dont MM. Kühnen et Furtwängler viennent d'exposer le détail dans un Mémoire inspiré par l'un des maîtres de la Géodésie moderne, M. F. Helmert.

Les auteurs ont profité de tous les progrès réalisés en Métrologie depuis une vingtaine d'années pour rendre leurs recherches aussi fructueuses et aussi précises que possible.

On sait que la détermination géométrique de la distance des arêtes réciproques dans un pendule à réversion constitue l'une des principales difficultés de son emploi, et cette détermination a toujours beaucoup préoccupé ceux qui se sont consacrés à cette difficile question. C'est pourquoi les auteurs se sont servis, concurremment aux pendules réversibles à couteaux, de pendules munis de plans d'agate reposant tour à tour sur le même couteau fixe, suivant une idée émise par Prony, exécutée par Baily, et appliquée pour la première fois au pendule à réversion par M. Mendenhall.

Dans ce dispositif, la distance des plans est rapportée à celle de traits pratiqués sur les faces verticales des pièces d'agate, qui, appliquées ensuite l'une contre l'autre, fournissent la valeur de la correction pour la distance des traits aux plans. On pourrait sans peine perfectionner encore cette mesure, en employant un procédé différent de celui de l'application directe pour la détermination de la correction dont nous venons de parler.

Un perfectionnement tout récent a été introduit dans la théorie du pendule par la considération de sa flexion, pour le calcul de laquelle une formule un peu compliquée a été donnée par M. Almansi, et une autre beaucoup plus simple et pratiquement équivalente par M. Helmert.

Les auteurs, appliquant après coup cette correction au résultat du général Defforges, sont conduits à diminuer de 48 microns la longueur qu'il avait adoptée pour son pendule à seconde, et à réduire d'une quantité correspondante la valeur de g.

Dans ces dernières années, les procédés de comparaison de la valeur de g en différentes stations, au moyen de pendules légers, du système Sterneck, ou d'une constrution analogue, se sont considérablement développés, de telle sorte que les mesures absolues sont aujourd'hui reliées entre elles par un grand nombre de mesures relatives. Le transport à Potsdam de diverses déterminations du général Defforges semble confirmer la correction de flexion. Même la valeur de g ainsi déduite de ses résultats est encore légèrement supérieure à celle qu'ont trouvée MM. Kühnen et Furtwängler.

Le tableau comparatif suivant met en regard les résultats trouvés pour la pesanteur à Potsdam, et sa valeur transportée de quelques stations importantes.

On voit que les observations de Rome et de Potsdam sont absolument concordantes, tandis que les autres en divergent faiblement :

LIEU de l'observation	OBSERVATEURS	g
Madrid	Barraquer.	981,270 cm.sec^{-2}
Paris	Defforges.	981,282 —
Königsberg . .	Bessel.	
Güldenstein .	Schumacher.	981,254 —
Berlin	Peters.	
Rome.	Pisati et Pucci.	981,274 —
Potsdam . . .	Kühnen et Furtwängler.	981,274 —

En réduisant à 45° au niveau de la mer, à l'aide des formules de Helmert, les résultats de M. Kühnen et Furtwängler, on trouve, pour le g normal, 980,62 cm. sec^{-2}, valeur inférieure de 0,02 cm.sec^{-2} à celle que l'on avait admise jusqu'ici. Mais on sait que le g normal possède une valeur de convention, puisque, en raison des anomalies de la pesanteur, l'attraction n'est pas la même en tous les points situés à 45° et au niveau de la mer.

Les nouvelles déterminations, les meilleures, semble-t-il, qui aient été exécutées jusqu'ici, n'entraînent donc pas encore nécessairement un changement dans la valeur conventionnelle de g. Cette question devra, cependant, être soigneusement discutée par les associations internationales compétentes.

Ch.-Éd. Guillaume,
Directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures.

Coustet (Ernest). — **L'Electricité, ses lois et ses applications mises à la portée de tous.** — 2 *vol. in-8° de* 320 *pages avec* 175 *fig. et de* 364 *pages avec* 179 *fig. J. Tallandier, éditeur,* 8, *rue Saint-Joseph, Paris,* 1907.

Excellent ouvrage de vulgarisation, écrit par un physicien bien au courant des dernières recherches de la science électrique, et exposant sous une forme simple, accessible à tous, ce qu'il faut connaître de cette branche de nos connaissances.

Poulenc (C.), *Docteur ès Sciences.* — **Les Nouveautés chimiques pour 1907. Nouveaux appareils de Laboratoires. Méthodes nouvelles de recherches appliquées à la Science et à l'Industrie.** — 1 *vol. in-8°, de* 387 *pages.* (*Prix* : 4 *fr.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs, Paris,* 1907.

M. C. Poulenc présente, comme les années précédentes, son livre, *les Nouveautés chimiques*, à l'attention des chimistes scientifiques et industriels.

Il décrit successivement : les appareils de Physique s'appliquant particulièrement à la Chimie (détermination des densités, températures, poids moléculaires, etc.);

Les appareils de manipulation chimique proprement dite, dont la disposition est de nature à faciliter les opérations longues et fastidieuses (appareils de chauffage, distillation, dessiccation, extraction automatique, préparation des gaz, etc.);

Les appareils d'électricité s'appliquant plus particulièrement à la Chimie (appareils à électrolyse, etc.);

Les appareils s'appliquant à l'analyse (burettes, pipettes, appareils d'absorption pour l'analyse des gaz, appareils divers pour l'analyse des substances alimentaires);

Enfin les appareils intéressant la Bactériologie.

Il y a un réel mérite à discerner, parmi l'énorme quantité d'appareils, méthodes, perfectionnements plus ou moins neufs, ce qui possède une réelle valeur.

M. Camille Poulenc s'est chargé de faire un triage soigneux, et son traité des Nouveautés chimiques pour 1907 est appelé au même succès que les précédentes éditions.

G. Blanc.
Docteur ès sciences.

3° Sciences naturelles

Cayeux (L.), *Professeur à l'Institut national agronomique, Professeur suppléant de Géologie à l'Ecole des Mines.* — **Structure et origine des grès du Tertiaire parisien : Etude des gites minéraux de la France.** — 1 *vol. in-4°, de* VI-131 *pages,* 10 *planches. Imprimerie nationale. Paris,* 1907.

Tous les géologues connaissent déjà les beaux travaux de M. Cayeux sur les formations sédimentaires du Bassin parisien; aussi accueilleront-ils avec une faveur toute spéciale le nouvel ouvrage de ce savant sur les grès et les quartzites du Tertiaire parisien. C'est là un sujet qu'on pourrait supposer bien connu; il n'en

est rien dans la réalité, et le Mémoire que nous venons de lire en est la preuve.

Avant d'exposer ses vues sur l'origine des grès et des quartzites, M. Cayeux nous présente un grand nombre d'exemples concrets, choisis dans les divers étages du Tertiaire. Cette partie descriptive est appuyée sur de très bonnes reproductions héliographiques de préparations microscopiques ; il nous est donc facile de vérifier tout ce qu'avance l'auteur. Je dois dire tout d'abord que ce dernier a été amené à modifier quelque peu le sens du mot quartzite. D'après lui, ce qui qualifie un quartzite, c'est non pas son origine, mais sa structure : les grains de quartz originels du sable ou du grès ont été nourris par des apports ultérieurs de silice, qui a adopté l'orientation cristallographique des grains préexistants ; les auréoles ainsi formées se sont développées jusqu'à se toucher toutes et se mouler les unes sur les autres. Cette définition étant admise, l'observation nous amène à cette conclusion que beaucoup de roches tertiaires, généralement qualifiées de grès, sont, en réalité, des quartzites. Il y a d'ailleurs tous les passages des uns aux autres. Au surplus, la structure intime se traduira à l'œil nu et pourra être appréciée grâce à des caractères extérieurs, parmi lesquels figure en première ligne la cassure. Il est intéressant de noter que la structure aura aussi une influence sur la coloration et que des roches comprenant les mêmes éléments incolores pourront paraître les unes blanches, les autres noirâtres, par suite de simples différences de structure. Point n'est besoin d'ajouter que ces conditions de structure ont une importance pratique considérable.

L'origine des grès et des quartzites est une question d'ordre théorique, mais néanmoins pleine d'intérêt. La présence presque constante de certains minéraux spéciaux prouve que les roches de la série cristallophyllienne ont fourni une grande partie des éléments de ces grès et quartzites ; mais les roches éruptives, les silex de la craie ou même des quartzites antérieurs ont également apporté leur appoint. Ceci était déjà connu, tandis que l'étude du ciment a donné à M. Cayeux des faits tout nouveaux, dont l'un des plus remarquables est l'épigénie presque constante du ciment. Les ciments siliceux, ferrugineux et manganésifères sont toujours d'origine secondaire, car, dans tous les cas étudiés, le ciment primordial devait être calcaire. Par conséquent, les grès et quartzites procèdent de sables calcaires, c'est-à-dire de sables qui renfermaient des débris calcaires en telle quantité que les grains de quartz primitifs ne se touchaient pas. Or, les sables auxquels ces roches sont subordonnées ne montrent jamais leurs grains séparés par du calcaire. Auraient-ils été décalcifiés ultérieurement ? M. Cayeux ne le pense pas et estime plutôt que les sables transformés en grès étaient les seuls sables calcaires. En somme, la formation de ces roches siliceuses n'est qu'un cas particulier d'un phénomène très général : la silicification des calcaires.

Le processus suivant lequel se fait cette silicification est d'ailleurs loin d'être élucidé. Tout d'abord, d'où vient la silice ? On a cherché son origine dans les organismes siliceux. Qu'il en soit ainsi dans certains cas, on ne saurait le nier ; mais ici cette source de silice est-elle adéquate à l'effet à produire ? Non, répond M. Cayeux, et certes je ne lui ferai point d'objection à ce sujet. L'Eocène et l'Oligocène marins du Bassin parisien ont été très pauvres en organismes siliceux ; à plus forte raison doit-il en être de même pour les formations lagunaires ou lacustres, telles que le calcaire de Beauce, lequel, d'après certains auteurs, aurait fourni aux sables de Fontainebleau la silice nécessaire à leur transformation partielle en grès ou quartzites. Suivant M. Cayeux, la source principale, sinon unique, de la silice doit être le sable lui-même. Certes, nous trouverons là toute la silice nécessaire. Mais comment cette silice est-elle entrée en solution ? En effet, il ne s'agit pas seulement d'opale, mais aussi de calcédoine et de quartz, c'est-à-dire de formes d'acide silicique que nous n'avons jamais réussi à mettre en solution en nous servant des dissolvants susceptibles de jouer un rôle dans la nature. Assurément, ce n'est pas là une objection irréfragable, mais il subsiste sur ce point un fort point d'interrogation. A M. Cayeux de le faire disparaître. Il faut qu'il nous explique comment cette silice cristalline a pu être mise en mouvement pour aller remplacer le calcaire et former des auréoles autour des grains de quartz primitifs. Ce sera là, je n'en doute pas, l'objet d'un deuxième travail qui ne sera pas moins intéressant que le premier.

L. Pervinquière,
Chargé de Conférences à la Sorbonne.
Vice-Président de la Société géologique de France.

Dumont (J.), *Directeur de la Station agronomique, Professeur de Chimie agricole à l'Ecole nationale d'Agriculture de Grignon.* — **La Terre arable.** — *1 vol. in-12 de 295 pages, avec figures, de l'Encyclopédie de l'Agriculture et des Sciences agricoles. (Prix : 3 fr.) Charles Amat, éditeur. Paris,* 1907.

Nous possédions jusqu'ici un assez grand nombre de volumes consacrés chacun à une ou plusieurs des grandes questions relatives à la terre arable ; mais, depuis un certain temps, il n'était paru aucun ouvrage sur l'ensemble du sujet. S'inspirant, d'une part, des études faites par lui sous la direction du regretté Dehérain, d'autre part, de ses travaux personnels, M. Dumont, professeur de Chimie agricole à l'Ecole d'Agriculture de Grignon, a voulu combler cette lacune en rédigeant le livre que nous présentons ici.

L'auteur explique les diverses évolutions qu'a subies l'étude de la terre arable ; l'examen de la constitution physique du sol, pratiqué depuis les temps les plus reculés, a, dès le siècle dernier, cédé la place à la détermination des propriétés chimiques ; bientôt s'y est jointe l'étude de l'action des ferments du sol ; depuis quelques années, on tend à remettre en honneur les recherches sur la formation et la constitution physique et minéralogique de la terre. Nous pensons d'ailleurs, avec M. Dumont, que tous ces facteurs interviennent simultanément et qu'il convient de n'ajouter qu'une confiance expectante aux données officielles sur la fertilité des sols, le problème étant, en réalité, beaucoup plus complexe qu'il n'apparaît au premier abord.

Sans entrer dans le détail des différentes parties de l'ouvrage de M. Dumont, signalons-en les principaux chapitres : Formation du sol ; constitution physique, minéralogique et chimique ; composants minéraux et organiques ; propriétés physiques, chimiques et biologiques ; ferments du sol : humificateurs, nitrificateurs, dénitrificateurs, fixateurs d'azote ; enfin, chimie du sol, comprenant les actions désagrégeantes, dissolvantes, rétrogradantes, mobilisantes et les transformations chimiques qui sont les conséquences de ces actions. Le volume ainsi rédigé présente une bonne classification et la lecture en est intéressante.

Nous ne ferons que quelques réserves aux éloges que mérite le nouvel ouvrage, connaissant assez l'auteur pour savoir qu'il ne les prendra pas en mauvaise part. La rédaction comporte çà et là quelques tournures un peu familières et l'exposé des analyses chimiques manque parfois d'explications et de détails, ce qui peut s'expliquer sans doute par la nature du public rural auquel est destiné ce livre. L'établissement des formules physiques devra être également surveillé, car on en rencontre quelques-unes d'inexactes ou tout au moins d'insuffisamment détaillées. Pourquoi, enfin, M. Dumont, qui a dû, pour la rédaction de son ouvrage, se livrer à une œuvre bibliographique considérable, n'a-t-il pas cherché à en faire profiter ses lecteurs scientifiques et n'a-t-il donné que peu ou pas d'indications, tout en citant un très grand nombre de travaux originaux ? Nous espérons que cette lacune sera comblée dans les prochains ouvrages dont l'auteur nous annonce l'apparition dans l'Encyclopédie qu'il dirige. Nous devons.

somme toute, remercier M. Dumont de nous avoir présenté d'une manière agréable un ensemble de problèmes fort compliqués et encore malheureusement très obscurs.

A. Hébert.

Lafont (F.), *Préparateur d'Entomologie et de Zoologie agricole à l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier.* — **L'Apiculture** — 1 *vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire. (Prix : 2 fr. 50.) Masson et Cie, éditeurs. Paris,* 1907.

La littérature apicole vient de s'augmenter d'un nouveau volume dû à M. Lafont, répétiteur-préparateur d'Entomologie et de Zoologie agricole à l'Ecole nationale d'Agriculture de Montpellier. Après une introduction destinée à faire ressortir l'importance de l'élevage des abeilles, et donnant quelques renseignements statistiques sur cette industrie, l'auteur étudie les insectes mellifères solitaires et sociaux et fournit des renseignements sommaires sur l'anatomie et la physiologie des individus qui constituent les colonies: mères, mâles et ouvrières.

Les métamorphoses de l'abeille, depuis l'œuf jusqu'à l'insecte parfait, la disposition du couvain dans les rayons, dont la structure et la disposition forment l'objet d'un paragraphe spécial, l'essaimage naturel, sont exposés avec clarté et précision.

L'exploitation des ruches ne peut se faire avec profit que dans les situations qui offrent à l'activité des butineuses des ressources suffisantes; on lira donc avec utilité le chapitre consacré à l'examen des régions favorables à l'apiculture, chapitre qui se complète par une liste des végétaux mellifères le plus souvent visités, avec l'indication des variations de la puissance mellifère d'une même plante suivant l'heure de la journée, la température, l'humidité, le sol, le climat, l'altitude. Au cours de leurs pérégrinations, les ouvrières récoltent des substances diverses : nectar, qui sera transformé en miel; pollen, élément azoté de l'alimentation; propolis, résine employée à divers usages dans l'habitation.

Deux chapitres sont consacrés à la description des ruches vulgaires ou ruches à rayons fixes et des ruches à cadres mobiles, ainsi que des instruments nécessaires à la manipulation des colonies. M. Lafont a su se borner, heureusement, à un très petit nombre de modèles reconnus comme les meilleurs, et les débutants lui sauront gré de n'avoir pas cherché à innover et à compliquer un matériel simple et excellent, consacré par l'expérience.

La pratique de l'apiculture est étudiée avec des détails suffisants : la création du rucher, l'achat des colonies et leur transvasement, le ramassage des essaims naturels et leur mise en ruche, la conduite des ruches vulgaires et des ruches à cadres mobiles, les méthodes de l'essaimage artificiel en forment les principales parties.

Les produits de l'exploitation sont passés ensuite en revue, depuis la récolte jusqu'à la vente, en passant par l'extraction du miel par coulage ou par le melloextracteur centrifuge, la production du miel en sections, la purification de la cire et la préparation de l'hydromel.

Deux chapitres, sont en outre, consacrés aux maladies des abeilles et aux ennemis qui les attaquent, ainsi qu'aux lois intéressant l'apiculteur.

En résumé, le petit livre de M. Lafont est un précis fort bien fait, dans lequel les divers points qu'il est nécessaire de connaître pour se livrer avec profit à la culture intelligente des abeilles sont traités, sinon avec de grands détails, du moins avec un réel esprit scientifique et des développements suffisants pour assurer le succès.

Ajoutons que la Société nationale d'Agriculture de France vient de récompenser l'auteur par l'attribution d'un diplôme de médaille d'argent, sur le rapport de M. Gaston Bonnier, membre de l'Institut.

R. Hommell,
Professeur départemental d'Agriculture

4° Sciences médicales

Trémolières (Dr F.), *Ancien Interne des Hôpitaux.* — **L'Entéro-colite muco-membraneuse** (*Étude critique, expérimentale et clinique*). — 1 *vol. Ch. Boulangé, éditeur. Paris,* 1907.

Cette affection est une de celles qui ont le plus éveillé la sagacité des cliniciens. Les uns ont essayé de lui constituer une véritable autonomie en la décrivant comme une maladie; les autres la considéraient comme un symptôme banal, pouvant éclore sous l'influence de causes très diverses. Le travail que vient de publier M. F. Trémolières éclaire cette question, mais il la complique en faisant intervenir un facteur nouveau dans la pathogénie : l'insuffisance thyroïdienne.

Le rôle des sécrétions internes prend chaque jour une place plus importante dans la Pathologie générale, et il faut savoir gré à M. Trémolières d'avoir, non seulement émis une hypothèse ingénieuse, mais apporté un faisceau de faits qui plaident fortement en faveur de sa théorie.

Il est fâcheux que l'Anatomie pathologique ne puisse pas apporter de preuves décisives. Mais l'entérite muco-membraneuse amène rarement ceux qu'elle frappe à l'hôpital; elle n'est jamais mortelle. Il a été impossible de rechercher l'existence des lésions du corps thyroïde. Comme pour beaucoup d'autres problèmes du même genre, il a fallu tourner la difficulté et l'aborder par des voies détournées. C'est à la clinique et à l'expérimentation que M. F. Trémolières a dû s'adresser. Il a constaté que le corps thyroïde des sujets atteint d'entéro-colite semble souvent anormal : tantôt il est hypertrophié; tantôt, au contraire, la palpation la plus attentive ne permet pas de percevoir l'isthme ou l'un des lobes, et il arrive même que l'organe tout entier échappe à la recherche. D'autre part, s'inspirant des travaux d'Hertoghe sur le rapport des végétations adénoïdes, de l'hypertrophie amygdalienne et des affections naso-pharyngées avec les lésions du corps thyroïde, M. Trémolières s'est efforcé de démontrer la coexistence fréquente de ces affections avec l'entéro-colite.

La relation qui unit au corps thyroïde l'entéro-colite muco-membraneuse ne ressort pas seulement des faits cliniques: elle est établie par l'expérimentation. Horsley détruisit le corps thyroïde chez les singes, et il constata que les glandes mucipares de l'intestin sécrétaient si abondamment que les selles étaient constituées par de la mucine presque pure. M. Trémolières a répété sur deux lapins l'expérience d'Horsley et il a obtenu des résultats analogues. Le lapin est d'ailleurs un animal très bien choisi pour ce genre d'expérimentation, car on sait avec quelle facilité son intestin réagit sous les influences les plus diverses. Pour déterminer le syndrome de l'entérite muco-membraneuse, il suffit parfois de lui faire peur, ce qui établit encore mieux le rapprochement avec l'espèce humaine, où les influences nerveuses jouent un rôle si prépondérant dans la pathogénie de cette affection qu'un grand nombre de cliniciens en ont fait une des variétés de la neurasthénie à forme intestinale.

M. Trémolières termine cette intéressante étude par des considérations thérapeutiques que nous aurions désiré voir plus développées. A côté des indications qui visent les fonctions intestinales et la suppression des causes diverses d'intoxication, il recommande la désinfection intestinale par l'action des médications antiseptiques et évacuantes, par un régime approprié et par la transformation de la flore bactérienne de l'intestin. En bon clinicien qu'il est, il montre comment on doit s'efforcer de rendre au système nerveux son équilibre normal, et il préconise l'opothérapie thyroïdienne. C'est là un point de vue original et nouveau, mais qui demande dans l'application beaucoup de prudence.

Dr Maurice Springer,
Ancien Chef de Laboratoire
de la Faculté de Médecine de Paris

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 Août 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. G. **Rémoundos** présente ses recherches sur les courbes intégrales des équations différentielles. — M. **Matha** communique les résultats des observations d'intensité de la pesanteur effectuées à l'île Booth-Wandel (terre de Graham) pendant l'Expédition antarctique Charcot. La valeur de g trouvée est de 982,439 cm.

2° Sciences physiques. — M. G. **Claude** décrit un dispositif qui permet d'éviter les accidents d'inflammation observés pendant la manipulation des bouteilles d'oxygène comprimé, lesquels proviennent de l'élévation de température due à la compression très rapide du gaz contenu dans le canal du détendeur. — M. P. **Villard** a construit une génératrice pour la télégraphie sans fil dont la courbe de tension est analogue à celle d'une bobine de Ruhmkorff et qui donne, sans résonance ni régime préparatoire, des décharges de rareté convenable et mécaniquement déterminée. — MM. J. **de Kowalski** et C. **Garnier** ont constaté que, chez les sulfures de calcium manganésifères, l'optimum de luminescence paraît correspondre à une dilution plus grande pour l'excitation lumineuse que pour l'excitation cathodique.

3° Sciences naturelles. — M. H. **Kronecker** estime que le cœur ne bat pas automatiquement. Il a besoin d'excitants de nature chimique qui, grâce à des changements périodiques de l'excitabilité (période réfractaire), amènent un effet discontinu. — M. Ch. **Nicolle** a constaté qu'au contraire de l'injection sous-cutanée, les inoculations dermique et conjonctivale de tuberculine ne paraissent produire aucune réaction chez les lépreux. — M. J. **Boussac** a étudié l'Eocène et l'Oligocène du Hampshire (Angleterre). Dans cette région, le Lattorfien est superposé directement au Ludien. — M. A. **Ricco** a dressé le tableau des paroxysmes du Stromboli depuis seize ans; il y a prépondérance notable en été et au printemps. Plus de la moitié des paroxysmes se sont produits en coïncidence avec une plus grande action attractive luni-solaire.

Séance du 19 Août 1907.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de M. H. C. **Vogel**, Correspondant pour la Section d'Astronomie.

1° Sciences mathématiques. — M. E. **Esclangon** a observé la comète 1907 *d* au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux; le noyau était très brillant et apparaissait comme une étoile de grandeur 5,5 entourée d'une nébulosité intense. — MM. A. **Lebeuf** et P. **Chofardet** présentent les résultats des observations faites, pendant l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905, à Cistierna (Espagne).

2° Sciences physiques. — M. **Jean Becquerel** a étudié les variations des bandes d'absorption des cristaux de parisite dans un champ magnétique à la température de l'air liquide; les vibrations circulaires absorbées de même sens ne sont pas toutes déplacées du même côté sous l'action d'un champ magnétique. — M. T. **Levi-Civita** démontre la possibilité d'un transport d'électricité sans liaisons ni forces extérieures. — MM. Ed. **Sarasin** et Th. **Tommasina** montrent qu'un corps quelconque radio-activé sans charge négative ou un conducteur nu radio-activé avec charge négative ne donne qu'une seule courbe de désactivation par les dispersions des deux signes; un conducteur recouvert d'une couche isolante activée avec charge négative donne, au contraire, deux courbes au commencement, une positive et une négative, qui finissent presque par se rejoindre ensuite, par suite de la pénétration des rayons β dans la couche isolante. — M. L. **Kolowrat** a constaté que, pour extraire toute la quantité d'émanation contenue dans un sel de radium, il faut porter celui-ci à la fusion. Au-dessous du point de fusion, la quantité dégagée est proportionnelle à la température, avec une anomalie vers 900 — 1.000°, intervalle dans lequel il y a diminution du dégagement. — Mme S. **Curie** a déterminé de nouveau le poids atomique du radium sur un échantillon de chlorure plus pur; la valeur trouvée est de 226,45 pour Ag = 107,93. — M. D. **Zavrieff** a repris les expériences sur la dissociation du carbonate de chaux; voici les pressions de dissociation, en mm. de Hg, à diverses températures : 1.022 à 926°, 755 à 910°, 626 à 892°, 500 à 870°, 342 à 840°, 230 à 815°, 67 à 725°. — M. Em. **Vigouroux** montre que les alliages Ni-Sn contenant 57,65 à 66,76 °/₀ de Sn perdent Sn sous l'action de HCl et tendent vers le corps Ni^3Sn^2; ils en gagnent, au contraire, sous l'effet de $HAzO^3$ et tendent vers le corps NiSn, qu'il est facile d'isoler. — M. F. **Ducelliez** a isolé des alliages Co-Sn à teneur en Sn inférieure à 57 °/₀, par traitement à l'acide azotique, un composé Co^3Sn^2; ces alliages sont des mélanges de cobalt et de Co^3Sn^2. — M. B. **Szilard** a observé que certaines substances solides, insolubles dans l'eau, ont la propriété d'agir sur une solution de KI en mettant en liberté de l'iode; la plus active de ces substances est la pechblende de Joachimsthal. — M. Em. **Pozzi-Escot** propose une nouvelle méthode, très sensible, pour la recherche du nickel en présence du cobalt, basée sur le fait que le molybdate de nickel est insoluble dans une solution aqueuse renfermant un excès suffisant de molybdate alcalin, tandis que celui de cobalt y est extrêmement soluble. — M. **Louis Henry** a observé que l'oxyde d'éthylène biméthylé symétrique :

$$\begin{array}{c} CH^3.CH.CH.CH^3 \\ \diagup\!\!\diagdown \\ O \end{array}$$

fournit avec CH^3MgBr le même composé alcoolique qu'aurait fourni, dans les mêmes conditions, la cétone méthyléthylique $CH^3.CO.CH^2.CH^3$, son isomère; il semble donc que cet oxyde s'isomérise en présence du réactif magnésien. — MM. E. **Fourneau** et M. **Tiffeneau** ont préparé les α-halohydrines dissymétriques par l'action des dérivés organomagnésiens, soit sur la chloracétone, soit sur l'éther chloracétique, soit sur leurs homologues. La potasse les transforme en oxydes d'éthylène correspondants. — M. M. **Mirande** a constaté que la rhinanthine est contenue en grande abondance dans les Orobanches et les *Phelipaea*; elle est strictement localisée dans l'appareil conducteur ligneux.

3° Sciences naturelles. — M. M. **Leriche** a déterminé l'âge des faluns de Pourcy (Marne) d'après la faune ichtyologique qu'on y rencontre en abondance; ils doivent être rattachés à l'Yprésien.

Séance du 26 Août 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. L. **Féjer** présente ses recherches sur la racine de moindre module d'une équation algébrique. — M. P. **Stroobant** a calculé une éphéméride de la comète 1907 *d* pour sa recherche sur les clichés photographiques. — MM. H. **Deslandres** et A. **Bernard** ont étudié le spectre de la comète 1907 *d* photographié à Meudon; le noyau et la tête présentent

le spectre ordinaire des comètes, tandis que la queue paraît avoir un spectre spécial à bandes faibles.

2° Sciences physiques. — M. **Foix** a reconnu que le rendement lumineux des manchons à incandescence peut être accru soit en diluant l'oxyde de cérium dans l'oxyde de thorium, soit en réduisant l'épaisseur de l'oxyde de cérium. — M. **B. Szilard** a observé que les sels de Th et d'Ur ont la propriété de dissoudre, non seulement les hydrates de Th et d'Ur, mais encore les hydrates de terres rares et de presque tous les métaux qu'on rencontre dans la thorianite et l'uraninite ; c'est à cette propriété qu'il faudrait attribuer l'origine de ces deux minéraux. — M. **L. Henry**, en faisant réagir C^3H^5MgBr sur l'oxyde de propylène, a obtenu le méthylpropylcarbinol normal. L'oxyde de propylène se comporte donc, au point de vue synthétique, comme l'oxyde d'éthylène; il n'est pas isomérisé par le réactif magnésien.

3° Sciences naturelles. — M. **R. Robinson** montre que le canal appendiculaire se ferme par le concours des trois agents suivants : 1° la musculature de la paroi forme, au niveau de l'orifice de l'appendice, un anneau épais qui joue le rôle de sphincter; 2° la valvule de Morgagni obture la lumière du canal rétréci par la contraction de l'anneau musculaire; 3° l'appendice peut se relever et former un angle aigu avec la paroi cæcale. — M. **E. L. Trouessart** signale la naissance d'un jeune hippopotame à la ménagerie du Muséum de Paris. Sa mère ayant refusé de le nourrir, on est parvenu à le faire allaiter par des chèvres; il est actuellement âgé de onze jours. — M. **Y. Delage** a constaté que tous les sels principaux de l'eau de mer, employés séparément, peuvent déterminer la parthénogénèse des œufs d'oursins; une solution pure de saccharose donne également des développements parfois fort abondants. Enfin, l'auteur est arrivé, par l'élevage des larves parthénogénétiques, à obtenir de vrais oursins, munis de tous les organes caractéristiques : piquants, pédicellaires, ambulacres. — M. **L. Boutan** a reconnu que le refroidissement momentané de la tige du caféier par un agent comme le chlorure d'éthyle ne paraît pas présenter d'inconvénients au point de vue de la vie du caféier et suffit pour tuer les larves du *Xylotrechus quadrupes* dans l'intérieur du bois.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 20 Juin 1907.

M. **L.-N.-G. Filon** décrit une *nouvelle méthode pour mesurer directement la double réfraction dans le verre soumis à une tension.* Lorsqu'une onde lumineuse plane passe horizontalement à travers un barreau de verre rectangulaire soumis à une flexion dans le plan vertical, elle est partagée en deux composantes polarisées horizontalement et verticalement. La lumière de chaque composante subit, par suite de la tension, un retard additionnel proportionnel à sa distance de l'axe neutre. Aussi l'onde frontale, à l'émergence, n'est-elle plus verticale, mais elle a subi une déviation proportionnelle au moment fléchissant appliqué; les deux composantes sont donc déviées de quantités différentes. Si la lumière est alors analysée au moyen d'un réseau, les lignes du spectre formé seront déplacées, par suite du changement de l'angle d'incidence; en outre, par suite des déplacement différents des deux composantes, chaque ligne paraît double. L'expérience montre que cet effet est facile à mesurer et fournit une méthode nouvelle pour mesurer directement l'effet de double réfraction de la tension. — M. **R.-J. Strutt** : *Sur l'origine des gaz dégagés par les sources minérales.* L'auteur a constaté, par des analyses précises, qu'il y a une grande ressemblance entre les gaz inertes (Az, Ar, He, Ne) des sources minérales comme celles de Bath et les gaz dégagés par le chauffage des roches ignées (granite, syénite). Les roches donnent, en outre, H, CO, CO^2 et CH^4; les deux premiers sont probablement des produits de réactions secondaires, mais les deux derniers se retrouvent dans les sources. L'auteur pense donc que l'on doit considérer la désintégration et la solution partielle des roches ordinaires par l'eau à haute température comme l'origine des produits gazeux et solides des sources minérales.

Séance du 27 Juin 1907.

M. **G. T. Beilby** présente ses *recherches sur l'état trempé et l'état doux chez les métaux ductiles.* Elles ont été faites, en particulier, sur l'or, l'argent et le cuivre. Il n'a pas été possible de produire un spécimen homogène de métal entièrement à l'état trempé, car le traitement mécanique, même sévère, des échantillons les plus purs produit toujours une structure mixte présentant les phases dure et douce. En ce qui concerne le traitement calorifique des métaux à l'état de trempe, les intervalles de température dans lesquels se produisent : 1° la recristallisation; 2° la perte de stabilité mécanique; 3° le développement d'une f.é.m. thermique entre des fils à l'état de trempe et à l'état doux; 4° la restauration complète de l'élasticité, sont si bien marqués et ils coïncident si parfaitement les uns avec les autres, qu'il n'y a aucun doute qu'ils n'indiquent un vrai changement d'état dans le métal trempé quand une certaine température est atteinte. La nature de ce changement, observée au microscope, consiste dans un développement de la condition cristallisée aux dépens de la condition non cristallisée. La trempe des métaux par refroidissement à partir d'une haute température est due, dans certains cas, au développement de déformations de contraction. Ces déformations, si elles sont assez grandes, produisent le déplacement des molécules de leur orientation cristalline, formant une structure rigide. Ces observations expliquent pourquoi les métaux ductiles, comme Ag et Cu, ne sont pas trempés par refroidissement : c'est que la recristallisation peut se produire jusqu'à 220° pour l'or, et que toute déformation due à la contraction disparaît immédiatement par suite de cette recristallisation. — **Lord Rayleigh** présente une théorie dynamique des réseaux, qui embrasse le cas où l'intervalle des lignes du réseau est de l'ordre de la longueur d'onde de la lumière incidente. — M. **P. D. Innes** présente ses *recherches sur la vitesse des particules cathodiques émises par divers métaux sous l'influence des rayons Roentgen.* Voici les valeurs trouvées pour la vitesse des électrons émis par Pb,Ag,Zn,Pt et Au sous l'influence des rayons X :

	RAYONS DOUX	RAYONS DURS
Plomb	6,3 à 7,6 × 10^9	6,3 à 8,3 × 10^9
Argent	6,0 à 7,2 × 10^9	6,1 à 8,0 × 10^9
Zinc . .	6,0 à 6,4 × 10^9	
Platine	6,1 à 7,5 × 10^9	6,4 à 8,1 × 10^9
Or	6,1 à 7,5 × 10^9	6,2 à 8,1 × 10^9

La vitesse des rayons les plus rapides émis par chaque métal est complètement indépendante de l'intensité des rayons primaires, mais elle augmente avec la dureté du tube. La vitesse décroît avec le poids atomique. Une vitesse minimum est nécessaire pour permettre à l'électron d'émerger, et cette vitesse minimum est à peu près la même chez les différents métaux. Le nombre d'électrons émis décroît avec l'intensité des rayons, avec le poids atomique et la densité, et avec l'augmentation de la dureté. La théorie la plus probable du phénomène est celle de la désintégration atomique. — **Sir J. Dewar** : *Sur l'emploi du radiomètre pour l'observation des basses pressions dans les gaz.* L'auteur a constaté que, si le gaz résiduel d'un radiomètre de Crookes est de l'hélium, un condenseur en charbon adapté à l'appareil est incapable, même lorsqu'il est plongé dans l'hydrogène liquide, de produire par absorption une diminution de pression suffisante pour que les ailettes cessent de tourner lorsqu'on concentre sur leur face noircie le rayonnement d'un arc électrique. Au contraire, si le gaz du radiomètre est de l'hydrogène, tout mouvement des ailettes est suspendu

par les opérations précédentes. La méthode peut s'appliquer à la recherche des produits gazeux provenant des transformations des matières radio-actives. — M. A. **Campbell** : *Sur un étalon d'inductance mutuelle.* L'auteur a construit un étalon d'inductance mutuelle d'une nature telle que sa valeur peut être calculée d'une façon précise d'après les dimensions, et assez grand pour donner une bonne sensitivité dans l'emploi actuel. Une valeur assez élevée (p. ex. 0,01 henry) peut être obtenue en prenant pour un des circuits associés une bobine à plusieurs couches. Les inconvénients d'une telle bobine peuvent être surmontés de la façon suivante : Le circuit primaire est une paire de bobines à une seule couche enroulées sur un seul cylindre de marbre; leurs dimensions peuvent être déterminées d'une façon précise. Le circuit secondaire est une bobine à plusieurs couches, co-axiale avec (et située au milieu entre) les deux bobines primaires, d'un rayon tel que l'inductance mutuelle est un maximum pour le changement de rayon. Tout autour de la circonférence principale de la bobine secondaire, le champ magnétique dû au courant dans les bobines primaires est nul, et presque nul sur la section de l'enroulement, permettant ainsi un calcul précis. Le principe est applicable aux autres problèmes concernant l'inductance mutuelle.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE SYDNEY

Séance du 12 Juin 1907.

M. H.-G. **Smith** résume les récents travaux qui ont été faits sur l'eucalyptus et ses constituants. — MM. W. A. **Hargreaves** et W.-T. **Rowe** décrivent un procédé de recherche du mercure dans les explosifs. Le chlorure mercurique est sublimé à basse température et reçu dans un appareil à absorption où il est précipité sur une cathode d'or par l'électrolyse.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Mai et de Juin 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. E. **Millosevich** transmet ses observations de la nouvelle comète 1907 *b* Mellish, exécutées à l'équatorial de 37 centimètres de l'Observatoire du Collège Romain. — M. L. **Bianchi** annonce qu'il a complété sa théorie relative aux transformations des surfaces applicables sur les quadriques et il en donne les théorèmes principaux. — M. L. **Berzolari** s'occupe d'une construction géométrique très simple de la configuration de Kummer, dont il montre le rôle dans la théorie des cubiques gauches. — M. R. **Marcolongo** s'occupe de la théorie des équations intégrales et de ses applications à la Physique mathématique. — M. G. **Picciati** : Sur l'équation de la propagation de la chaleur dans un fil. — M. E. **Almansi** transmet la démonstration d'un théorème sur les déformations élastiques des solides isotropes. — M. V. **Reina** présente les déterminations astronomiques de latitude et d'azimut, accomplies par lui à l'île de Ponza et au Mont Circeo en 1905.

2° Sciences physiques. — M. M. **Cantone** a fait des recherches sur les modifications que subit le spectre d'émission des gaz renfermés dans les tubes de Geissler, lorsqu'on porte ces derniers à une très basse température; les gaz qui ont servi aux expériences étaient l'oxygène et l'azote. — M. G. **Niccolini** présente une étude sur la variation de résistance électrique spécifique de quelques métaux purs et de quelques alliages avec la température; dans deux Notes, l'auteur décrit la méthode suivie dans ses recherches, et les résultats donnés par les expériences sur l'argent, l'aluminium, le fer, le magnésium, le nickel, l'or, le plomb, le platine et le cuivre. — M. P. **Doglio** s'occupe de la durée de l'émission cathodique des tubes de Crookes, en remarquant qu'il s'agit d'un phénomène complexe, intimement lié avec les conditions du circuit extérieur. Dans les expériences de M. Doglio, la durée de l'émission a été de 3 dix-millièmes de seconde environ. — — M. R. **Nasini** critique une Note de M. Franz Wald sur la déduction apparemment aprioristique de la loi des équivalents. — MM. G. **Ciamician** et P. **Silber** transmettent leur dixième Note sur les actions chimiques de la lumière, où ils s'occupent de la décomposition, par l'effet de la lumière, des principaux composés du type acétonique. — MM. G. **Koerner** et **Contardi** ont fait l'étude de quatre dérivés binitrés de l'orthobibromobenzène. — M. A. **Mazzucchelli** cherche à éclaircir quelques points encore obscurs que présente l'histoire chimique du fluorure d'aluminium. — M. V. **Castellani** donne de nouveaux détails sur ses recherches relatives à la transformation des pyrrols en dérivés du pyrazol. — M. G. **Ortoleva** décrit un nouveau composé que l'on obtient par l'action de l'iode sur la benzènephénylhydrazone en solution pyridique. — MM. L. **Mendola** et U. **Fabris** : Actions catalytiques des métaux à l'état de division sur les composés azotés. — M. G. **Mascarelli** a entrepris l'étude de quelques propriétés physiques et chimiques du cyclohexane ou hexahydrobenzène, et s'en sert comme solvant cryoscopique.

3° Sciences naturelles. — M. F. **Millosevich** décrit des échantillons d'hématite volcanique rencontrée dans les environs de Padria en Sardaigne; ce minéral se présente en lamelles avec des particularités intéressantes de groupement et de germination. — M. V. **Monti** décrit les relations qui paraissent exister entre l'activité sismique de la Suisse et celle de l'Italie. — M. A. **Negri** a poursuivi ses belles recherches sur la morphologie et sur le cycle évolutif du parasite de la rage; il est arrivé à la conclusion que les corps endocellulaires spécifiques de l'infection rabique représentent des formes différentes d'un protozoaire qui laisse entrevoir un cycle évolutif complexe, dont la dernière phase consiste dans la formation de spores, d'une façon analogue à ce qui se vérifie pour d'autres protozoaires. — M. A. **Ghigi** fait, depuis quelques années, des observations suivies sur l'hybridation chez les oiseaux; il conclut que la fécondité et la stérilité des hybrides donnent un excellent moyen de distinguer entre elles les vraies espèces. La naissance de métis féconds provenant du croisement de deux espèces systématiques indique que ces deux espèces sont tout au plus des variétés de la même espèce. — M. L. **Petri** a étudié les altérations produites par le phylloxera sur les racines de la vigne, et la résistance moindre qui résulte de ces lésions. — Dans une autre Note, M. Petri donne une nouvelle explication sur la manière dont le bacille que l'on trouve toujours avec l'œuf déposé par la mouche oléaire est transmis de la mère à la larve. — M. M. **Brizi** a fait des recherches microscopiques sur les altérations du maïs, dont il signale les caractéristiques principales; résultat très intéressant pour la prévention de la pellagre, l'examen microscopique donne un moyen sûr et facile pour déceler les avaries, même à leur commencement, dans le maïs, qui se dérobent aux méthodes de recherche en usage jusqu'à ce moment.

Ernesto Mancini.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 18 30 SEPTEMBRE 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Météorologie

Une « grotte soufflante » au Puy de Dôme. — A la réunion de la *Société helvétique des Sciences naturelles*, qui s'est tenue à Fribourg les 29, 30 et 31 juillet 1907, M. B. Brunhes, directeur de l'Observatoire du Puy de Dôme, a communiqué les résultats d'observations qu'il a poursuivies depuis deux ans, avec le concours de M. David, sur une « grotte soufflante » au Puy de Dôme. Cette grotte existe, un peu en contrebas du sommet, sur un contrefort de la montagne qui s'avance du côté sud. Elle ressemble aux « puits qui soufflent » signalés en Suisse, en ce que l'ouverture est le siège d'un courant d'air dont le sens peut varier. Mais, ici, le sens du courant d'air ne dépend nullement de la pression barométrique extérieure : il peut arriver que l'air souffle du dedans au dehors, même par des pressions extérieures très élevées, et, au contraire, que l'air souffle du dehors au dedans par des pressions extérieures très faibles. Quelquefois le courant d'air de dedans au dehors est si net qu'il est directement perceptible. Mais, en général, il n'a pu être mis en évidence que par des procédés indirects. Ces procédés sont au nombre de deux. D'abord *l'état d'ionisation de l'air*, au voisinage de l'orifice de la grotte, est plus fort quand l'air souffle de l'intérieur, car on a affaire, en ce cas, à de l'air de cavernes fortement ionisé. Ensuite et surtout, *la variation diurne de la température intérieure de la grotte* est un réactif très précis du sens du courant d'air. Si la variation diurne est absolument nulle à un thermomètre enregistreur placé à quelques mètres à peine de l'orifice d'entrée, ainsi que cela se produit durant des mois entiers, c'est qu'il souffle sur le thermomètre un air qui vient de l'intérieur, où il a pris une température uniforme. Si, au contraire, ce thermomètre indique une variation diurne plus ou moins accusée, c'est qu'il est soumis à l'action d'un courant d'air qui vient du dehors, et qui participe aux changements de température de l'extérieur.

Or, l'on a observé, depuis le 1er janvier 1906, que, durant les mois d'hiver, la variation diurne de la température à six mètres au-dessous de l'orifice d'entrée est rigoureusement nulle : cette température se maintient à 4°1, lors même que la température extérieure a atteint —16°. L'été, au contraire, on a une forte variation diurne de la température extérieure. Dans les saisons de transition, printemps et automne, le régime de variation diurne s'établit toutes les fois qu'on a une période de deux ou trois journées chaudes ; au contraire, quand il fait froid, la température intérieure reprend sa valeur rigoureusement constante.

Il serait intéressant de poursuivre le déblaiement de cette grotte, sur laquelle des mesures purement physiques et météorologiques ont apporté déjà un renseignement précieux : c'est qu'elle « tire » à la façon d'une cheminée communiquant avec l'extérieur par plusieurs orifices situés à des niveaux différents, et non à la façon d'une cavité à ouverture unique, subissant l'influence des variations barométriques.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

Les derniers perfectionnements de la torpille automobile. — La torpille automobile Whitehead est un projectile d'un genre spécial, sorte de sous-marin automatique, qui porte à la fois la charge explosive destinée à éclater au choc d'un navire ennemi, la machine à air comprimé nécessaire à la propulsion, et les mécanismes (régulateur d'immersion et gyroscope) qui assurent la rectitude de la trajectoire, tant dans le plan horizontal que dans le plan vertical. Inventée en 1873, elle a été, depuis lors, l'objet de nombreux perfectionnements, dont le tableau ci-dessous fait ressortir l'importance :

	MODÈLE 1880	MODÈLE 1906
Calibre	356mm	450mm
Poids de la charge explosive (fulmi-coton)	30k	110k
Portée efficace	600m	2.000m
Vitesse moyenne sur les 400 premiers mètres de parcours	20 nœuds	36 nœuds 1/2
Vitesse moyenne sur 2.000 mètres de parcours	»	26 nœuds 1/2
Poids total	220k	550k
Prix	4.000 francs	12.000 francs.

Le but de la torpille automobile étant la destruction

des coques ennemies, la première condition pour produire un effet notable est d'avoir une charge importante. Trente kilogs suffisaient il y a vingt-cinq ans, contre des carènes formées de simples tôles sans compartimentage ni protection d'aucune sorte ; mais l'introduction de ce nouvel engin a naturellement amené une évolution dans l'art des constructions navales : division de la coque sous-marine en d'innombrables cellules, pour localiser les effets de l'explosion ; renforcement des tôles ; addition même, sur les derniers cuirassés construits, d'une véritable cuirasse intérieure destinée à protéger les organes vitaux. Aussi les 110 kilogs de la charge du modèle 1906 peuvent-ils être considérés comme à peine suffisants pour produire, sur les grands navires récents, des avaries capables de les mettre momentanément hors de combat. Il y a déjà lieu, pour correspondre à l'augmentation du tonnage et à l'amélioration de la protection réalisées sur les cuirassés actuellement en chantiers, d'étudier à nouveau un accroissement de la charge explosive ; on doit dès maintenant poser comme chiffre à atteindre celui de 150 kilogs.

Ce progrès ne peut être obtenu que par un nouvel accroissement de calibre de la torpille, qui a déjà passé de 356 à 450 millimètres pour la même raison : car, dans une torpille automobile comme dans un navire quelconque, une qualité ne se développe qu'aux dépens des autres, et, si la charge prend plus de poids et de place, il faut, pour garder la même vitesse et la même portée, augmenter le poids et la place réservés à la machinerie. Le poids total de l'engin en sera augmenté ; il sera moins facilement maniable et coûtera plus cher, mais ce sont là des considérations secondaires, relativement à l'importance du but qu'on se propose.

Cet accroissement du calibre n'est, du reste, pas seulement souhaitable au point de vue de la puissance offensive de la torpille ; il l'est encore pour l'obtention d'autres perfectionnements non moins nécessaires.

La vitesse de la torpille, sur les 400 premiers mètres de son parcours, a passé de 20 nœuds à 36 nœuds et demi (c'est-à-dire de 10 à 18 mètres par seconde). C'est un gain très important et la vitesse de 36n5 est considérable par rapport à celles que peuvent atteindre les navires (cuirassés et grands croiseurs) auxquels les torpilles sont destinées. Mais elle est intime vis-à-vis de celle des projectiles aériens, pour lesquels on arrive maintenant à 1.000 mètres de vitesse initiale. Aussi doit-on, dans le lancement des torpilles, faire une correction de la visée, en tenant compte de la vitesse du but et de la direction dans laquelle il marche. Cette correction est même très grande si le but marche vite, et il faut pour la faire que l'on apprécie ses éléments avec assez d'exactitude.

Or, la torpille, étant — même celle des derniers modèles — une arme à courte portée, n'est guère lancée que de nuit par de petits bâtiments rapides (les torpilleurs) ou de jour par les sous-marins. Les uns comme les autres sont dans des conditions assez défectueuses pour apprécier avec justesse la vitesse et la route de leur ennemi. Les éléments de la visée ne leur sont donc qu'imparfaitement connus, et il en résulte une incertitude du tir, d'autant plus grande que la vitesse de la torpille est plus faible.

Il y a donc le plus grand intérêt, pour augmenter les chances de toucher le but, à accroître cette vitesse dans la mesure du possible. C'est à quoi l'on s'est efforcé depuis l'invention de l'engin, et c'est ce qu'on doit rechercher encore.

Le principe de la propulsion est resté le même depuis le premier modèle : un réservoir d'air comprimé à 75 kilogs d'abord, puis à 100 et enfin à 150 kilogs par centimètre carré, alimente, par l'intermédiaire d'un régulateur de pression, un moteur Brotherhood à trois cylindres calés à 120°, dans lequel l'air est introduit à 20 kilogs ; le moteur fait tourner deux hélices à pas contraires.

Cette machine a été perfectionnée dans tous ses détails à tel point qu'on ne peut plus, actuellement, espérer en accroître le rendement. C'est un chef-d'œuvre de mécanique ; mais il semble bien que le principe du moteur Brotherhood a donné tout ce qu'on en pouvait attendre, et que, pour augmenter encore la vitesse des torpilles, il faille recourir à un autre principe.

La solution paraît devoir se trouver dans l'adaptation aux torpilles de la turbine, qui donne de si beaux résultats sur les navires. C'est de ce côté qu'ont été dirigées les dernières recherches. MM. Bliss et Leavitt, deux inventeurs américains, en ont été les promoteurs. Ils ont fait adopter par la marine des Etats-Unis une torpille de 533 millimètres de diamètre, qui porte une charge explosive de près de 150 kilogs, et à laquelle la turbine à air comprimé donne une vitesse de 38 nœuds, que des perfectionnements tendant à améliorer l'utilisation de la puissance permettront probablement de porter à 40 nœuds et peut-être au delà. C'est certainement la voie de l'avenir, parce que les progrès y sont possibles et qu'on ne peut pour l'instant leur fixer de limite.

Un autre perfectionnement très important de la torpille Bliss-Leavitt — perfectionnement réalisé à peu près en même temps par l'usine Whitehead — consiste dans le maintien de la vitesse maxima sur toute la longueur du parcours, que permet l'approvisionnement d'air comprimé. Cette amélioration est particulièrement utile pour les torpilles qui servent à la défense des côtes ou à l'armement des grands bâtiments, et qui ne peuvent être lancées que de loin. La diminution de la vitesse étant due au refroidissement causé par la détente de l'air dans le réservoir, refoidissement qui produit une baisse de pression à la machine, il suffit, pour y remédier, de faire passer l'air, au sortir du réservoir, à travers la flamme d'une lampe à essence (du genre des lampes de soudeurs) automatiquement allumée par une capsule au moment de la mise en marche. Bien entendu, l'application de ce principe n'a pas été sans de très grandes difficultés ; mais le résultat est maintenant acquis, et les torpilles que l'on construira désormais pourront être munies de ce nouveau système, grâce auquel elles auront encore, à la limite de leur portée, une précision suffisante.

D'autres recherches ont été entreprises dans des voies différentes : on peut citer, par exemple, la torpille Howell, dont le moteur est simplement constitué par un lourd volant mis en mouvement au moment où on lance la torpille ; mais ce principe ne permet pas d'atteindre une portée suffisante. On a essayé aussi de diriger de loin la torpille automobile par le moyen d'un moteur électrique, soit en reliant la torpille à la terre par des fils conducteurs, soit en employant les ondes hertziennes. Ce dernier procédé pourra peut-être être employé plus tard, lorsqu'on aura le moyen de syntoniser complètement les ondes et de transmettre des quantités d'énergie suffisantes. Pour le moment, et pour longtemps encore sans doute, ce n'est qu'une matière d'études.

§ 3. — Physique

Un photomètre photo-électrique. — Un photomètre nouveau, basé sur des effets photo-électriques, vient d'être indiqué par MM. Elster et Geitel, qui, dès 1892, s'étaient servi, pour les travaux de photométrie, des effets électriques exercés par la lumière sur des boules en étain récemment amalgamées. Dans l'appareil décrit dans la présente Note, ces boules sont remplacées par des couches de métal alcalin disposées dans le vide ; l'électroscope employé précédemment a fait place à un galvanomètre. Le dispositif ainsi réalisé est extrêmement pratique ; les observations se réduisent, en effet, aux lectures de l'échelle d'une lunette.

Cet appareil a été employé avec succès pour déterminer le rayonnement du Soleil pendant l'éclipse du 30 août 1905. Nous empruntons la description suivante

à un Mémoire de M. Harms, publié dans un récent numéro d'un périodique de physique allemand[1].

Le photomètre proprement dit est représenté par la figure 1 en section longitudinale. La partie principale de cet appareil est une pile Z, contenant une couche R de rubidium hautement sensible, placée dans un vide avancé à l'hydrogène, avec une électrode annulaire Pt en platine. Cette pile est renfermée dans une boîte en métal B, étanche à la lumière; les connexions extérieures des électrodes sont formées par des vis h_1 h_2, isolées à l'ambre. La lumière tombe à travers un dia-

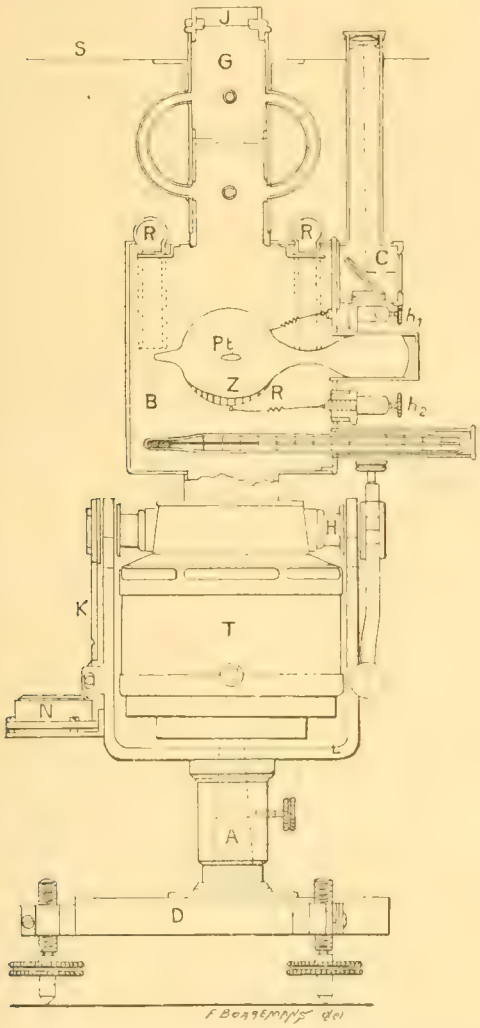


Fig. 1. — *Section longitudinale du photomètre photo-électrique.* — Z, pile; R, couche de rubidium; Pt, électrode de platine; B, boîte étanche; h_1, h_2, vis; J, diaphragme iris; G, tube; S, écran; T, turbine envoyant de l'air par les canaux RR; D, support; A, axe vertical; H, axe horizontal; C, pointage; N, niveau.

phragme iris J, dans le tube G, sur une plaque en verre violet, dépolie d'un côté. La lumière diffuse émise par cette dernière produit l'effet photo-électrique qu'il s'agit de mesurer.

Comme la sensibilité à la lumière est modifiée dans une mesure notable par toute variation de température, les effets calorifiques perturbateurs doivent être écartés de la pile. Ce résultat est obtenu, d'abord, grâce au verre violet, qui absorbe tous les rayons d'une longueur d'onde supérieure à 500 $\mu\mu$, puis au moyen de l'écran S, qui élimine tout rayonnement direct, et enfin par le poli brillant des parois extérieures du photomètre ou par une couche de vernis blanc recouvrant ces dernières.

Dans le cas d'une grande intensité du rayonnement solaire, ces mesures de précaution seront supplémentées par un courant d'air permanent, aspiré à travers la boîte contenant la pile, au moyen d'une puissante turbine T, actionnée par un mouvement d'horlogerie. Les canaux RR, à travers lesquels l'air est admis, sont enroulés en hémicycles; ils sont noircis à l'intérieur de façon à éloigner toute lumière étrangère. La température de la pile photométrique peut être, de cette manière, maintenue constante à quelques degrés près, pendant plusieurs heures consécutives, ce qui évite toute faute appréciable due au coefficient de température de la sensibilité lumineuse. Afin de contrôler ce fait, on peut lire la température du compartiment intérieur B à tout moment voulu, sur un thermomètre accessible de l'extérieur.

L'ensemble de l'instrument est monté sur la plaque D, supportée par des vis de réglage, de façon à pouvoir tourner autour d'un axe vertical A et d'un axe horizontal H (dans ce dernier cas, au moyen d'une vis micrométrique). Un petit dispositif de pointage C sert à diriger l'appareil vers le Soleil. Si l'image de ce dernier, projetée par la ligne antérieure de ce dispositif, coïncide avec les fils croisés situés dans le plan focal,

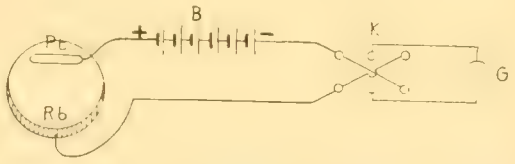


Fig. 2. — *Disposition du circuit électrique du photomètre.* — Rb, électrode du rubidium; Pt, électrode de platine; B, piles; K, commutateur; G, galvanomètre.

le photomètre pointera vers le Soleil. Le niveau N étant ajusté, une échelle attachée à H, et glissant le long d'un vernier, indique l'angle formé entre l'axe du photomètre et l'horizon, et par là l'altitude du Soleil, à 2 degrés près. Une calotte étanche à la lumière permet de fermer entièrement le tube G; le galvanomètre ne donne alors aucune déviation appréciable, ce qui démontre l'absence de toute lumière étrangère et de tous défauts d'isolement.

La disposition du circuit est représentée par la figure 2. D est une batterie de six piles sèches, dont le pôle positif est relié à l'anneau de platine et au pôle négatif, à travers le commutateur K, le galvanomètre G et l'enduit Rb de la pile.

Les expériences préliminaires avaient démontré l'allure proportionnelle des élongations du galvanomètre et des intensités lumineuses. Les auteurs s'en étaient convaincu au moyen de la lumière du Soleil à midi (c'est alors que l'altitude reste constante pendant assez longtemps), en variant l'ouverture du diaphragme-iris, ainsi qu'à l'aide d'une lampe à arc dont on modifiait la distance. Comme les élongations du galvanomètre ne variaient que d'environ 2 % par suite d'une variation de 5 % du potentiel de la batterie, les modifications de la force électromotrice dues aux variations de température ne pouvaient exercer aucune influence appréciable.

La relation entre l'altitude du Soleil et son rayonnement s'est trouvée être exprimée par la formule :

$$S = S_0 p^{\frac{1}{\sin\theta}},$$

où S_0 est la constante solaire (en unités arbitraires), c'est-à-dire l'intensité lumineuse à l'extrême limite de l'atmosphère, θ l'altitude du soleil, et p le coefficient de transparence de l'air (d'une valeur moyenne de 0,72).

[1] *Physikalische Zeitschrift*, n° 17, 1906.

Les courbes des intensités lumineuses du rayonnement solaire, enregistrées pendant l'éclipse, font voir que cette intensité tombe à zéro dès qu'on atteint la totalité. La lumière de la couronne est donc incapable de produire aucun effet photo-électrique appréciable dans le cas du dispositif en question.

En supposant que le rayonnement du Soleil, pendant l'éclipse, soit proportionnel à la portion visible de la surface de l'astre, on obtiendrait la courbe en pointillé de la figure 3. Les désaccords, on le voit, deviennent tout particulièrement marqués à mesure que l'on approche de la totalité, c'est-à-dire lorsque le rayonnement ne part que des bords du Soleil; les valeurs observées sont alors toujours trop petites. Ce phénomène pourrait s'expliquer par un accroissement de l'absorption atmosphérique, dû par exemple à la précipitation de gouttelettes de brouillard produites par le refroidissement dont s'accompagne l'arrivée de l'obscurité. L'hypothèse d'après laquelle les portions périphériques

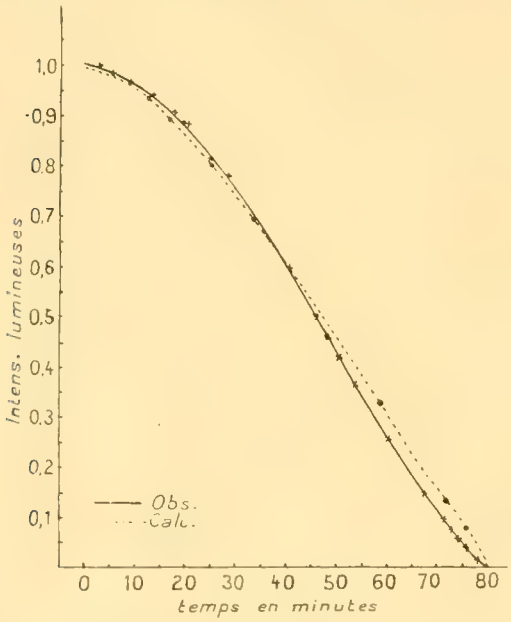


Fig. 3. — *Courbe des indications du photomètre pendant une éclipse solaire.*

du Soleil rayonneraient avec une intensité moindre semble cependant fournir une explication plus plausible de ce phénomène, d'autant plus qu'elle vient d'être confirmée dans le cas des rayons ultraviolets[1].

Cet appareil est construit par MM. Guenther et Tegetmeyer, à Brunswick.

§ 4. — Electricité industrielle

Emplois nouveaux du tantale. — Le tantale, qui a servi à établir une des premières lampes à incandescence à filaments métalliques, paraît appelé à recevoir de nouvelles applications industrielles d'une grande importance. On a reconnu, en effet, qu'il détient le record de la dureté, raie le verre et le quartz, et convient admirablement comme abrasif et matière à polir. Il est plus lourd que le plomb, sa densité étant de 12,79. Il est de couleur blanche, et de structure cristalline.

Les essais qui font entrevoir de brillantes applications de ce métal à l'industrie des abrasifs ont été faits par la maison Siemens et Halske, de Berlin, et sont relatés comme suit dans un Mémoire de M. James Swinburne présenté au *British Institute of Electrical Engineers*. En même temps que l'expérience, nous reproduisons ci-après les observations de M. James Swinburne :

« Le tantale est si dur que, dans une expérience faite pour attaquer le tantale avec un foret armé d'un diamant, et mû à la vitesse de 5.000 tours par minute, sans aucun arrêt pendant trois jours et trois nuits, le métal n'avait perdu qu'un quart de millimètre d'épaisseur.

« On a beaucoup cité cette expérience, mais sans toutefois faire connaître l'usure du diamant utilisé, qui, peut-être, avait perdu ses propriétés abrasives durant les premières minutes de l'expérience. »

D'autres caractéristiques intéressantes du tantale sont données par le *Technical Year Book* (p. 89), dont nous extrayons et reproduisons ci-dessous les plus intéressantes:

Le point de fusion est situé entre 2.250° et 2 300° (on sait que des points de fusion si élevés sont de détermination difficile).

La résistance croît avec la température, ce qui est un élément intéressant pour ses applications électriques. Aux températures ordinaires, un fil d'un millimètre carré de section, et d'un mètre de longueur, a une résistance de 0,165 ohm.

A la température de l'incandescence, elle est de 0,850 ohm.

La résistance de rupture est très élevée : à froid, 93 kilogrammes par millimètre carré, tandis que l'acier de bonne qualité, d'après Kohlrausch, offre une résistance de 70 à 80 kilogrammes par millimètre carré.

A chaud, la résistance de rupture s'abaisse beaucoup. Le métal devient doux comme l'osmium, et il casse aisément après deux ou trois heures de fonctionnement.

Le filament des lampes au tantale a un diamètre de 0 millim. 05 à 0 millim. 035. Avec le premier diamètre, la construction d'une lampe de 25 bougies pour 110 volts exige une longueur de filament de 650 millimètres ; le poids en est de 0,022 gr., de sorte que le kilogramme de tantale permet de fabriquer 45.000 lampes

§ 5. — Zoologie

Les Jardins zoologiques à l'étranger. — M. G. Loisel, chargé par le Ministre de l'Instruction publique d'une Mission à l'effet d'étudier les Jardins zoologiques de l'étranger, au point de vue de leur organisation et de leurs installations, vient de publier un premier Rapport[1] donnant les résultats de ses voyages en Angleterre, Irlande, Belgique et Pays-Bas; celui-ci sera complété plus tard par une étude analogue sur les établissements allemands et américains. Ce Rapport, très détaillé, illustré de belles photographies, est intéressant à bien des points de vue; M. Loisel ne compare pas ce qu'il a vu à notre Jardin des Plantes ou au Jardin d'Acclimatation de Paris, mais les comparaisons viennent invinciblement à l'esprit du lecteur, et, sans parti pris de dénigrement, il est permis de trouver qu'elles ne tournent pas à notre avantage. Tous les Jardins zoologiques des pays sus-mentionnés, à l'exception de celui de Manchester qui est une propriété particulière, ont été créés par des Sociétés auxquelles ils appartiennent encore aujourd'hui; par exemple, le Jardin de Londres, fondé en 1826 par la *Zoological Society*, comptant actuellement 3.702 membres actifs, qui, non contente d'entretenir ce magnifique parc, publie des recueils estimés, *Proceedings* et *Transactions*, et le *Zoological Record*, bibliographie universellement connue des zoologistes. Les ressources des Sociétés se composent : des cotisations fixes des membres, d'abonne-

[1] *Physikalische Zeitschrift*, t. VI, p. 737.

[1] Rapport sur une Mission scientifique dans les jardins et établissements zoologiques publics et privés du Royaume-Uni, de la Belgique et des Pays-Bas (*Nouvelles Archives des Missions scientifiques*, t. XIV, 1907).

ments annuels, d'entrées payantes aux portes, de la vente des animaux vivants ou morts, de lait, d'œufs, de guides et de cartes postales, de la location des restaurants et salles de fêtes, et enfin de dons; les recettes totales montent à des sommes considérables, plus d'un million et demi de francs pour Londres, 900.000 francs pour Anvers. Les Jardins sont administrés par un Directeur ou Surintendant, qui a sous ses ordres un personnel plus ou moins nombreux, scientifique et subalterne.

Les Jardins Zoologiques de Londres, de Rotterdam, de La Haye et d'Amsterdam sont les seuls qui possèdent des aquariums; ceux de Sydenham (Crystal Palace) et de Brighton sont des établissements purement commerciaux. Dans le Royaume-Uni, il y a aussi de nombreux parcs, appartenant à de grands propriétaires, où l'on conserve des animaux sauvages; les uns sont des réserves pour des espèces en voie d'extinction dans leur pays : Bœufs sauvages (Aurochs) dans le parc de Chillingham appartenant au comte de Tankerville, et dans celui de Cadzow (Ecosse) appartenant au duc d'Hamilton; Cerfs élaphes (forêts de lord Ardillann et de lord Kenmare en Irlande). Les autres ont surtout pour but d'acclimater des animaux étrangers à l'Angleterre, comme à Woburn-Abbey, propriété du duc de Bedford, où l'on voit des Lamas, des Zèbres, des Moufflons, Tapirs, Girafes, Chevaux de Przewalski, Onagres, Hémiones, etc., ou à Tring-Park, propriété de sir Walter Rothschild, qui renferme également un Musée zoologique important et une riche bibliothèque.

Enfin, M. Loisel a visité également quelques établissements qui servent plus spécialement à l'étude expérimentale de questions de Biologie générale ou appliquée : tels sont les élevages du Professeur Cossar Ewart, de l'Université d'Edimbourg, à Pennycuick et à Duddington; ceux du Professeur Bateson, de l'Université de Cambridge, à Grantchester; les cultures du Professeur De Vries, de l'Université d'Amsterdam. Ces maîtres n'ont pas hésité à débuter dans cette voie expérimentale avec leurs ressources personnelles (inutile de rappeler qu'à l'étranger les traitements des professeurs d'Université n'ont rien de commun, heureusement pour eux, avec ceux qui sont alloués en France aux professeurs des Universités de province); et ils ont été aidés ensuite par des subventions particulières ou par des Sociétés scientifiques; aussi ont-ils pu entreprendre des recherches coûteuses, des expériences colossales, qui ont donné des résultats extrêmement intéressants; la théorie des mutations de De Vries, les belles recherches de Bateson sur l'Hérédité et la Variation, les travaux d'Ewart sur la télégonie sont assez connus pour qu'il soit inutile d'insister.

M. Loisel donne de très bons renseignements sur les installations, souvent luxueuses, et les méthodes d'élevage, en général très perfectionnées. La maison des Singes de Manchester (Bellevue Gardens) et de Rotterdam, la maison des Lions de Dublin, l'aquarium d'eau douce et d'eau de mer d'Amsterdam, l'Insectarium d'Amsterdam, sont particulièrement remarquables; comme on peut s'y attendre, on a pu observer, dans de telles conditions, la reproduction d'animaux qui sont habituellement stériles dans les ménageries moins bien tenues; les Lions reproduisent facilement à Bristol et à Dublin, de même que le *Lycaon pictus* du Cap; les Hippopotames à Anvers et à Amsterdam, etc. Il est curieux de constater combien l'élevage à l'air libre, même pendant une partie de l'hiver, convient souvent mieux, à des animaux même tropicaux, que le confinement dans des salles chauffées d'une façon uniforme.

En terminant son remarquable Rapport, M. Loisel émet quelques idées, sur lesquelles il est permis de faire des réserves, au sujet de l'utilisation scientifique des ménageries; il regrette que les Jardins Zoologiques soient si peu utilisés pour l'étude de la Zoologie générale, c'est-à-dire pour des expériences suivies sur les mœurs des animaux, leurs rapports avec le milieu ambiant, leur reproduction; que les visiteurs ne recherchent que les bêtes les plus curieuses par leurs formes et leurs couleurs, ou les plus amusantes par leurs mouvements, et qu'on dépense tant d'argent pour de simples exhibitions populaires. Il ne faut peut-être pas trop demander ni mélanger les genres; si nous avions en France un *Zoo* comparable à ceux de Hollande, d'Angleterre et d'Allemagne, un *Zoo* qui boucle son budget avec bénéfice, le reste viendrait aisément par surcroît.

§ 6. — Enseignement

Projet d'université à Alger. — A la suite d'une inspection des Ecoles supérieures d'Alger par le regretté Moissan et M. le Professeur Bouchard, qui s'étaient déclarés favorables à la création de l'Université d'Alger, le Gouverneur général de l'Algérie a repris le projet et l'a proposé aux Délégations financières, qui l'ont voté. Ce vote concorde avec l'avis de M. Cazeneuve, rapporteur du budget de l'Algérie, qui réclame cette création d'une Université de l'Afrique du Nord.

Dans leur rapport, Moissan et M. le Professeur Bouchard avaient proposé l'établissement d'Instituts de Sciences naturelles, d'Acclimatation botanique et zoologique, d'Hygiène, etc., et ils avaient insisté sur les conséquences politiques et sociales de la création d'une Université, qui serait un puissant agent de cohésion entre les races diverses composant la population de notre colonie.

Personnel universitaire. — M. Minguin, docteur ès sciences, maître de Conférences de Chimie à la Faculté des Sciences de Nancy, est nommé professeur de Chimie à ladite Faculté.

M. Bodroux, docteur ès sciences, maître de Conférences de Chimie à la Faculté des Sciences de Poitiers, est nommé professeur de Chimie à ladite Faculté.

M. Paraf, docteur ès sciences, maître de Conférences de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Toulouse, est nommé professeur de Mathématiques générales à ladite Faculté.

M. Prenant, professeur d'Histologie à la Faculté de Médecine de Nancy, est nommé professeur d'Histologie à la Faculté de Médecine de Paris.

M. Bar, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Clinique obstétricale à la Faculté de Médecine de Paris.

M. Quénu, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur d'Opérations et Appareils à la Faculté de Médecine de Paris.

M. Ballet, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur d'Histoire de la Médecine et de la Chirurgie à la Faculté de Médecine de Paris.

M. Nicolas, professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de Nancy, est nommé professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de Paris.

M. Collet, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Pathologie générale à la Faculté de Médecine de Lyon.

M. Pic, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Thérapeutique à la Faculté de Médecine de Lyon.

M. Roque, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Pathologie interne à la Faculté de Médecine de Lyon.

M. Audebert, agrégé des Facultés de Médecine, est nommé professeur de Clinique obstétricale à la Faculté de Médecine de Toulouse.

LA SÉROTHÉRAPIE DE LA FIÈVRE TYPHOÏDE

OPSONISATION ANTITYPHOIDE

Depuis six ans passés (avril 1901-juillet 1907), le nombre des malades soignés dans les hôpitaux de Paris pour la fièvre typhoïde a été de 5.621, sur lesquels 960 ont succombé, soit une mortalité de 17 °/₀.

Pendant ce temps, 1.000 malades ont été traités pour cette fièvre dans mon Service de typhiques du Bastion 29; 43 sont morts, soit une mortalité de 4,3 °/₀.

J'utilise la même thérapeutique que la plupart de mes collègues — bains de 24 à 30 degrés — avec toutefois une exception capitale : j'ajoute à la balnéothérapie une injection de sérum antityphoïde. D'un côté, nous trouvons 17 °/₀ de mortalité, et, de l'autre, 4,3 °/₀; le bénéfice des vies humaines ainsi réalisé au Bastion 29 me paraît être dû, pour la plus grande part, à l'emploi du sérum antityphoïde. C'est pourquoi je demande la permission de parler ici de ce sérum.

Et, tout d'abord, je dois soumettre les preuves de ce que je viens d'avancer.

I. — La mortalité typhoïde dans les hôpitaux civils.

Cette mortalité ne peut être jugée que par la statistique. Mais, pour être digne de créance et avoir une signification précise, la statistique — en matière de fièvre typhoïde — doit être soumise à des lois très rigoureuses.

Tous les médecins savent que les épidémies de dothiénentérie sont variables dans leur violence; que certaines d'entre elles enlèvent le tiers ou la moitié des malades, et d'autres à peine 3 à 4 °/₀ : il faut donc, pour mériter créance, qu'une statistique de fièvre typhoïde porte sur un grand nombre de cas et s'étende sur plusieurs mois ou, mieux, sur plusieurs années. Du bien fondé de cette affirmation, je ne donnerai que deux preuves, parce qu'elles sont contrôlables et suffisantes. En 1901, l'Hôpital Laënnec, à Paris (1er avril au 31 décembre), a eu 44 cas de fièvre typhoïde et une mortalité nulle; l'année suivante, le même hôpital a eu 42 cas et 11 morts. Dans mon Service du Bastion 29, j'ai vu passer plusieurs fois dans les salles une série de 100 malades qui ont tous guéri. Quelle belle statistique on eût publiée en la faisant aussi partielle!

Cette première rigueur de nombre imposée à une statistique de fièvre typhoïde est donc indispensable. Il est une autre rigueur non moins nécessaire : une statistique de cette nature doit être contrôlable, c'est-à-dire basée sur l'examen des registres officiels d'un hôpital.

Aujourd'hui, avec l'emploi des méthodes nouvelles d'examen et chez des malades qui séjournent des semaines dans un service, on ne se méprend pas sur le diagnostic de la fièvre typhoïde; d'une part, on connaît sans erreur le nombre des typhiques hospitalisés, et, d'autre part, le registre officiel, témoin brutal et véridique, indique le chiffre des décès. A une statistique de fièvre typhoïde, il faut ce nombre et il faut ce contrôle; libérée de l'un de ces tuteurs, la statistique de cette maladie pèche presque toujours par l'atténuation du pourcentage mortuaire.

Sous l'empire de ces deux conditions rigoureuses, étudions les registres officiels des bureaux de chacun des hôpitaux d'adultes à Paris :

Mortalité par Fièvre typhoïde dans les hôpitaux d'adultes du 1er avril 1901 au 31 juillet 1907.

ÉTABLISSEMENTS	NOMBRE des cas	NOMBRE des décès	MORTALITÉ p. 100
Hôtel-Dieu	371	76	20,4
Lariboisière	677	126	18,3
Saint-Antoine	447	55	12,3
Tenon	474	71	14,9
Broussais	124	20	16,1
Boucicaut	200	28	14
Bichat	204	38	18
Cochin	355	54	15,2
Maison de Santé	558	118	20,7
Necker	343	62	18,6
Beaujon	857	119	13,8
Laënnec	278	51	18,3
La Pitié	339	76	22,4
La Charité	394	66	16,7
	5.621	960	17 p. 100

Mortalité moyenne des six dernières années : 17 p. 100.

Les résultats de cette consultation des registres d'hôpitaux d'adultes à Paris peuvent s'exprimer ainsi :

1° La mortalité a atteint 17 °/₀ sur plusieurs milliers de cas et plusieurs années consécutives;

2° Dans chaque hôpital, elle a toujours dépassé 12 °/₀.

Voilà des chiffres contrôlables. Sont-ils extraordinaires et très différents de ceux que fournissent d'autres hôpitaux qui ne dépendent pas de l'Assistance publique, à Paris ou en province?

Aucunement. La statistique globale de la mortalité typhoïde dans toute la ville de Paris (les enfants compris) indique 18 °/₀.

La statistique de l'Hôpital de l'Institut Pasteur, qui m'a été obligeamment fournie par le Dr Louis Martin, fournit 20 °/₀ de mortalité.

La statistique de Lyon, dans ces dernières années (Dr Barjon), signale 14 1/2 °/₀. Encore l'auteur fait-il observer que sa statistique n'est pas rigoureusement exacte et n'est pas fondée sur l'examen de registres officiels. Il en fut de même à Paris, quand un médecin consciencieux, le Dr Merklen, crut pouvoir fixer, sur les souvenirs de ses collègues, le chiffre de la mortalité typhique hospitalière à 14 1/2 °/₀; des renseignements sûrs montrent que les pertes sont plus sévères.

En regard de ces chiffres, plaçons ceux que nous fournit l'examen du registre officiel du Bastion 29, seul hôpital d'adultes où tous les malades atteints de fièvre typhoïde contrôlée par le séro-diagnostic sont traités systématiquement par le sérum antityphoïde et par les bains demi-froids de 24 à 30°.

De 1901 *à* 1907 *:* 1.000 *premiers cas ont été traités*, 43 *malades ont succombé.*

Mortalité moyenne des six dernières années : 4,3 °/₀.

Une question se pose tout d'abord : d'autres médecins ont-ils, dans des hôpitaux, utilisé ce sérum antityphoïde et quelles ont été leurs conclusions? Je puis sur ce point donner trois renseignements : A l'Académie de Médecine (1906), le Professeur Brunon (de Rouen) et le Dr Josias (de Paris) ont fait connaître les résultats qu'ils avaient obtenus dans leurs services en utilisant, pendant plusieurs années, chez des enfants atteints de fièvre typhoïde, le sérum que j'avais mis à leur disposition. Leurs communications mentionnent que, dans la période qui avait précédé et dans celle qui a suivi l'application du sérum, le même traitement a été donné aux malades. Aucune autre modification ne fut apportée que l'injection de sérum.

Avant la sérothérapie, la mortalité typhique était dans leurs services de 10 à 12 °/₀; elle tomba avec le sérum à 3 ou 4 °/₀.

Dr Brunon	100 cas.	3 morts.
Dr Josias	200 cas.	8 morts.

Grâce à l'initiative du directeur du Val-de-Grâce, M. le médecin-inspecteur Delorme, à celle du directeur du Service de santé, M. le médecin-inspecteur Gatteau, et avec l'autorisation du ministre de la Guerre, M. Berteaux, la méthode a été appliquée à l'Hôpital militaire du Val-de-Grâce par les médecins-majors Dopter et Sacquépée.

Le diagnostic de fièvre typhoïde fut contrôlé chaque fois par la culture du sang des malades.

90 cas . . . . . 5 morts.

Dans ce même hôpital du Val-de-Grâce, le chiffre de la mortalité par la fièvre typhoïde avait été, dans les six années précédentes, de 69 décès pour 648 cas, soit une mortalité moyenne de 10,6 °/₀.

Le chiffre de la mortalité globale observée sur les malades du Bastion de 1901 à 1907 ne prend toute sa signification que lorsqu'on le compare aux statistiques annuelles observées dans le même hôpital pendant cette période sérothérapique. Chaque année, le taux de la mortalité a oscillé autour de 4 °/₀. La première statistique que j'ai publiée (Congrès du Caire, 1902) indiquait 3,7 °/₀; la seconde (Congrès de Médecine de Paris, 1904) donnait 4 °/₀, et la troisième (février 1906) 3,7 °/₀.

Ce taux de mortalité hospitalière extraordinairement faible, puisqu'il s'agit bien de fièvre typhoïde contrôlée par le séro-diagnostic, n'est pas nié; mais, avant d'admettre que ce résultat soit dû au sérum antityphoïde, la critique a présenté cette objection capitale : l'abaissement de la mortalité n'est-il pas attribuable à l'emploi rigoureux de la rigide méthode de Brand et non au sérum? Voici ma réponse : je n'ai jamais employé les bains froids à 20 ou 22° que Brand juge indispensables. Et quand la méthode de Brand, avec sa rigueur implacable, a été utilisée en France, dans les hôpitaux civils, par un de ses plus fervents adeptes, le Dr Bouveret (de Lyon), dont personne ne discutera la compétence en matière de traitement de la fièvre typhoïde par les bains froids, elle a encore donné, sur plusieurs centaines de cas traités à l'hôpital et sur plusieurs années, 8 °/₀ de mortalité (fin de 1887 : 392 cas — 32 morts).

II. — Modifications des symptômes.

Sous l'influence du sérum antityphoïde, l'évolution de la fièvre typhoïde subit une modification

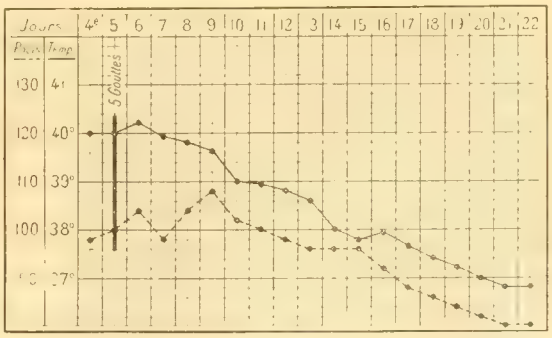


Fig. 1. — *Période de réaction après le sérum.*

qui se fait sentir dans tous les cas et qui se dessine toujours dans le même sens. D'une manière générale, les courbes de température semblent calquées les unes sur les autres. L'évolution de la maladie est divisée très nettement en deux périodes : période

de réaction, qui suit l'injection de sérum, et ensuite période de défervescence (fig. 1 à 4). Dans le premier stade, qui dure de quelques heures à 5 ou 6 jours, la fièvre ne baisse pas ou baisse peu, parfois même augmente légèrement, pendant quelques heures, sur la moyenne des jours précédents; puis, assez brusquement, la fièvre décroît, les bains deviennent moins nombreux et la défervescence commence, pour se dérouler d'une manière plus ou moins rapide. Les modifications de l'état général suivent celles de la température. Pendant le stade de réaction, le malade n'a pas encore la sensation de bien-être qui se fera sentir dès le début de la seconde période. Une fois celle-ci commencée, le patient peut avoir de l'hyperthermie, qui nécessite la prise de plusieurs bains par jour; mais il se sent bien, l'appétit se réveille, il urine beaucoup. A ce moment, et souvent plus tôt, survient un phénomène très particulier, qui constitue peut-être le caractère objectif le plus apparent de la fièvre typhoïde modifiée par le sérum. Je veux parler d'un changement évident dans la vaso-motricité.

Tous les médecins connaissent la physionomie si spéciale des typhiques, où la pâleur et la stupeur du visage ont valu son nom à la maladie. Dans les formes graves, ce facies est caractéristique. Malgré la température centrale très élevée, l'extrémité du nez, les mains, les pieds sont presque froids et les ongles un peu violacés.

Chez les malades qui ont reçu du sérum et qui ont terminé ou qui terminent leur période de réaction, souvent quelques heures après la pénétration du remède, le visage s'est profondément modifié. A la place de la pâleur du début, on distingue une rougeur diffuse, parfois très marquée, qui donne une bonne mine inattendue; la stupeur a disparu ou s'est atténuée; les mains ont également rougi, particulièrement sur la face palmaire; elles ne sont plus froides, mais chaudes, et les ongles ont pris une teinte rosée. Cette augmentation de la vascularisation périphérique persiste jusqu'à la convalescence, et c'est pourquoi les typhiques traités par le sérum ont un aspect qui surprend tous ceux qui les visitent.

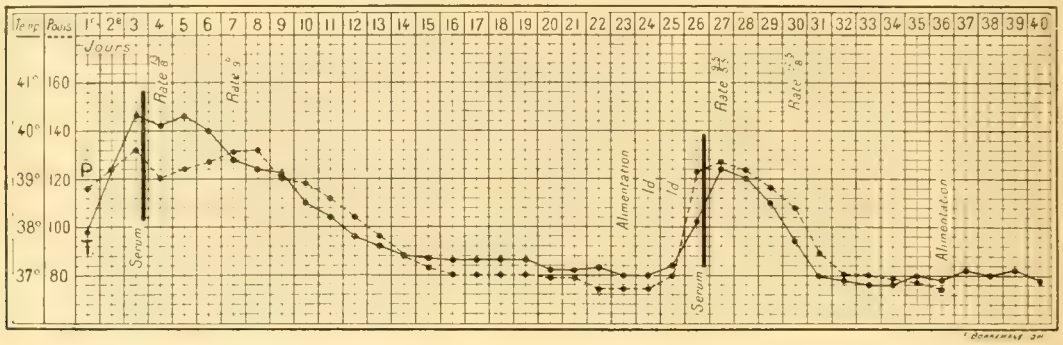


Fig. 2. — *Courbe avec rechute : Deux injections. — Hypersplénomégalie après l'injection.*

La modification imprimée à l'évolution est d'autant plus favorable et frappante que le sérum est intervenu plus près du début, au moment où les appareils de défense ont encore conservé leur vigueur et peuvent réagir avec énergie sous l'influence du remède. Nous verrons plus loin, dans les modifications apportées à l'appareil lymphoïde et au sang du malade, la raison de ce phénomène.

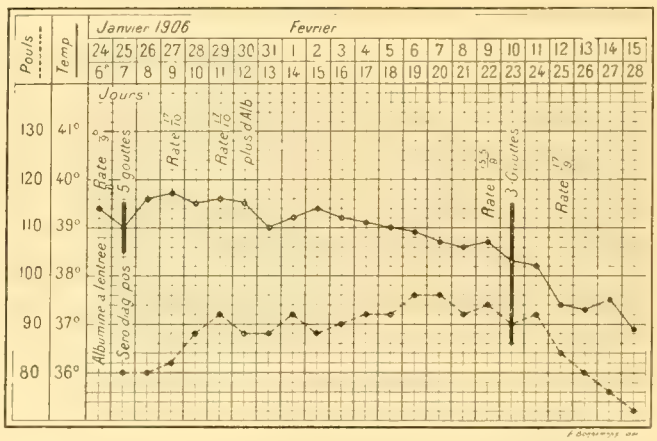


Fig. 3. — *Forme traînante : Deux injections.*

Je rappelle ici que, depuis six ans, je n'ai jamais perdu au Bastion 29 un malade traité par le sérum dans les sept premiers jours de sa maladie.

Lorsque le sérum intervient tardivement, — et ce qu'il faut entendre par tardivement, c'est bien plutôt la gravité des lésions déjà effectuées que la numération stricte du nombre de jours écoulés depuis l'apparition des premiers symptômes, — les résultats sont moins rapidement favorables. Le sérum ne peut faire disparaître vite ni les lésions des cellules nerveuses, ni les altérations nécrosantes des tu-

niques de l'intestin, quand elles sont déjà réalisées.

Quelques heures après l'injection, la pression sanguine augmente ; elle s'élève jusqu'à 12 à 15 centimètres de mercure et cet accroissement est assez marqué et persistant pour qu'il ne soit pas utile de donner dans le cours de la maladie des toniques cardiaques. C'est à titre exceptionnel et seulement chez des malades traités tardivement que nous avons recours, quelquefois, à des injections de spartéine.

D'ordinaire, la fréquence du pouls s'abaisse en même temps que la température ; rarement, sauf dans les cas de réaction intense, elle s'élève passagèrement, mais cette élévation ne comporte en soi aucun pronostic mauvais, probablement à cause de l'augmentation de la pression sanguine. J'ai vu guérir beaucoup de malades qui avaient eu 150 pulsations à la minute, chiffre considéré comme fatal par Liebermeister.

La quantité d'urine augmente beaucoup; tandis que, dans la fièvre typhoïde ordinaire, on ne voit la polyurie apparaître qu'au moment de la convalescence, chez les malades injectés elle se montre au bout de peu de jours, et elle atteint parfois 4 à 5 litres (fig. 5).

Quand l'abumine existe dans l'urine avant l'injection, elle ne tarde pas à disparaître, et il est rare que les malades qui n'avaient pas d'albuminurie avant la prise du sérum en aient plus tard au cours de la maladie.

Les modifications les plus importantes provoquées dans l'organisme des typhiques par le sérum apparaissent dans les tissus où se fait la lutte contre les maladies infectieuses, c'est-à-dire dans le sang et dans les organes hématopoïétiques, tissu lymphoïde et tissu myéloïde. Dans les jours qui suivent l'injection, le nombre des leucocytes sanguins augmente dans la proportion d'un quart à un tiers, puis, au bout de quelques jours, revient à son chiffre normal; le nombre relatif des polynucléaires, qui s'était accru très passagèrement, décroît jusqu'à la convalescence, tandis que le chiffre des mononucléaires augmente dès le lendemain de l'injection, suivant une marche inverse de celle des polynucléaires neutrophiles. Les myélocytes neutrophiles, dont la présence est constante chez les typhiques à la période d'état, deviennent plus rares après l'injection et reprennent vite leur taux normal, qui est de 1/2 °/₀ environ. Par contre, le nombre des grands mononucléaires s'accroît et suit sensiblement une marche parallèle à celle des mononucléaires ordinaires. Enfin, les éosinophiles, qui sont toujours absents du sang des typhiques à la période d'état, reparaissent rapidement, quelquefois dès le lendemain de l'injection. A ne s'en tenir qu'à l'examen des cellules sanguines, on peut conclure que les modifications survenues dans le sang des typhiques traités par la sérothérapie reproduisent, avec un degré d'anticipation, celles que l'on observe au moment où se dessine la guérison normale. Mais, si l'on poursuit plus loin l'analyse et qu'on cherche si les propriétés du sang du malade n'ont pas été modifiées dans le sens d'un accroissement de force dans leur pouvoir bactéricide, on constate, de la façon la plus évidente, l'exaltation sous l'influence de l'injection antityphoïde de cette propriété antimicrobienne. Le malade est devenu plus apte à détruire les bacilles qui l'avaient envahi ; il s'est fait dans son sang une opsonisation antityphoïde.

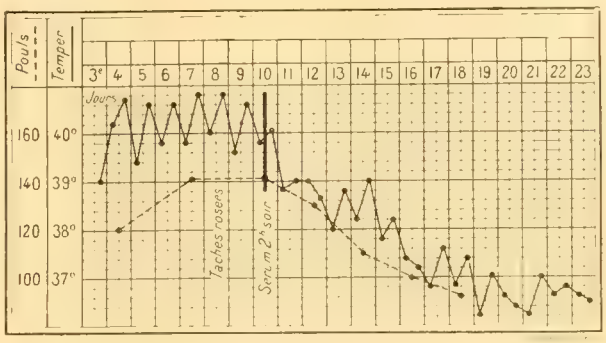


Fig. 4. — *Arrêt rapide de la maladie.*

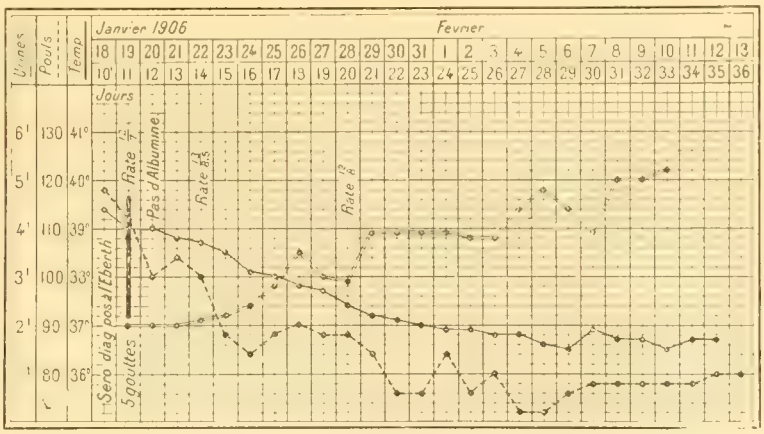
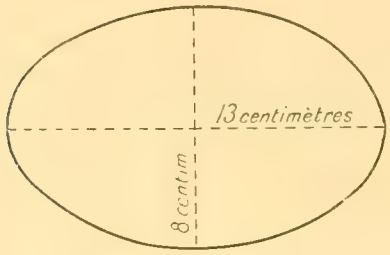


Fig. 5. — *Température, pouls, urine.*

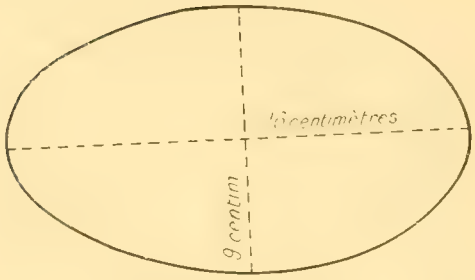
Je reviendrai plus loin, et avec les détails nécessaires, sur ce phénomène si important, dans lequel réside, à mon avis, le caractère essentiel de l'action du sérum antityphoïde utilisé chez mes malades. Je dois parler maintenant d'une autre constatation, étroitement reliée à celles que je viens de men-

tionner et qui est visible aussi dans le domaine hématopoïétique : l'hypertrophie de la rate développée en quelques heures après la pénétration du sérum antityphoïde (fig. 6).

Il suffit de mesurer exactement — mensuration facile et précise avec le phonendoscope — les limites de la surface externe de la rate au niveau du flanc gauche pour constater une différence très marquée du volume de cet organe entre la période qui précède l'injection et celle qui la suit, trente-six heures à trois jours plus tard. La limite dessinée à l'aide de l'instrument permet de constater une augmentation de 1 à 2 centimètres dans l'étendue du dia-



Avant le sérum.



48 heures après le sérum.

Fig. 6. — *Surface externe de la rate mesurée au phonendoscope.*

mètre transversal et de 1 centimètre dans celle du diamètre vertical de l'organe. Cette hypertrophie splénique ne manque jamais. Elle est inséparable des modifications constatées dans les cellules et dans la partie liquide du sang. Je reviendrai plus loin sur son rôle en parlant de la physiologie pathologique de la sérothérapie antityphoïde.

L'action du sérum sur la courbe de la température se reconnait pendant environ dix à douze jours; après ce laps de temps, ou bien, la convalescence se dessinant très nettement, la courbe continue à baisser jusqu'à la guérison, et la durée de la maladie est courte; ou bien, dans les formes plus graves ou plus prolongées, après le dixième ou douzième jour, la défervescence reste stationnaire pendant quelque temps, la température se maintenant au-dessus de la normale, comme si le malade ne jouissait plus de l'action du remède qui avait enrayé la fièvre; puis la convalescence s'affirme, à moins que se dessine une rechute. Cette rechute, d'ordinaire, ne dure que quelques jours, surtout quand la première atteinte a été sérieuse.

La convalescence est le plus souvent rapide, en particulier chez les malades traités de bonne heure; toutefois, ceux dont la maladie a été arrêtée très vite par l'injection de sérum doivent prendre, pendant plusieurs semaines, des précautions réelles pour leur santé; car j'ai vu — d'une manière exceptionnelle — la maladie récidiver au bout de deux à trois mois, probablement par la reviviscence dans l'organisme de bacilles typhiques qui n'avaient pas été complètement détruits. Cette persistance possible des microbes d'Eberth dans le corps des typhiques parvenus à la guérison est d'ailleurs connue; on la constate principalement dans certaines formes d'ostéites ou de périostites post-typhiques. A ce propos, je dois signaler l'extraordinaire action d'une minime injection de sérum *loco dolenti*. On sait que ces lésions d'ostéites et de périostites typhiques jouissent d'ordinaire d'une persistance très longue et se terminent souvent par des suppurations qui exigent une intervention chirurgicale. Elles se manifestent par du gonflement et des douleurs vives, surtout nocturnes. Lorsque de telles altérations apparaissent, il suffit d'injecter au centre de la lésion, en plein dans le périoste ou l'os, une goutte de sérum antityphoïde; en quelques heures, à la condition d'intervenir dès le début, la douleur disparaît, la tuméfaction s'affaisse et la guérison est si rapide, accomplie en deux ou trois jours, qu'on est surpris du résultat. La même thérapeutique locale agit avec autant de rapidité et d'efficacité lorsqu'il s'agit de faire dissiper une poussée d'orchite ou de mammite typhoïdique.

La faible mortalité constatée chez nos mille malades indique déjà que les complications doivent être peu fréquentes. Cependant, deux méritent d'être retenues. Sur 47 cas de mort, l'hémorragie intestinale n'est inscrite que pour le chiffre 4, et cela vraisemblablement grâce à l'emploi de l'ergotine et du chlorure de calcium, qui favorise si puissamment la coagulation du sang; en revanche, la perforation de l'intestin compte pour 19. La question se pose de savoir dans quelle mesure la sérothérapie protège les malades d'hôpital — venus assez tardivement — contre cet accident. Pour résoudre ce problème, il faut pouvoir s'appuyer sur une statistique longue et rigoureuse, qui envisage la fréquence de cette terrible complication chez les malades non traités par le sérum.

Je n'ai pu trouver dans les registres officiels des hôpitaux de Paris le nombre des perforations de l'intestin à incriminer dans les 17 °/₀ de mortalité signalés. J'ai recherché des renseignements dans

la littérature étrangère, en Angleterre, en Allemagne, aux États-Unis.

Voici une statistique signalant la fréquence de la perforation intestinale dans plusieurs milliers de cas :

		CAS	PERFORATIONS intestinales
Murchisson		1.580	48
Griesinger		600	14
Curshmann (Leipzig)		1.626	36
Harte.	Montreal general Hospital.	932	34
	Episcopal Hospital	1.556	34
	Pensylvania Hospital	1.793	45
Flint		73	2
Total		8.160	213

Ainsi, d'après les auteurs précédents, dont le nom fait autorité dans l'histoire médicale et chirurgicale de la fièvre typhoïde, la fréquence de la perforation intestinale est de 2,6 °/₀ des cas de dothiénentérie. Dans ma statistique, où la mort est survenue 19 fois sur 1.000 malades, par le fait de la perforation intestinale, on peut dire que le sérum a protégé les malades contre ce terrible accident moins bien que contre les autres causes de mort. C'est que les altérations intestinales représentent les premières lésions en date dans la fièvre typhoïde, qu'elles sont déjà effectuées quand intervient le sérum et que celui-ci ne peut faire que ce qui est fait ne soit réalisé. Voilà pourquoi il faut injecter de bonne heure le sérum antityphoïde. Je n'ai jamais observé de perforation intestinale chez les malades qui ont été traités par la sérothérapie dans les sept premiers jours à partir du début de leur maladie. Cette constatation, que je ne saurais trop mettre en lumière, me paraît avoir une importance considérable.

Récemment est entré dans la thérapeutique le nucléinate de soude qui, par l'hyperleucocytose qu'il fait naître, s'est montré un agent capable de provoquer dans le péritoine une résistance énergique contre les infections. Lorsque la perforation n'est pas trop volumineuse et le contenu de l'intestin trop diarrhéique, lorsque la plaie intestinale est placée de manière à permettre des adhérences avec les anses voisines et que, chose essentielle, le nucléinate de soude est injecté *dès le début* des douleurs abdominales, alors la séreuse péritonéale témoigne, grâce aux nombreux leucocytes qui l'ont envahie, d'une résistance à l'infection qui permet des interventions chirurgicales heureuses, même faites tardivement, ou qui favorise et procure même une guérison spontanée, sans opération, comme je crois l'avoir observé trois ou quatre fois.

III. — L'ophtalmo-diagnostic.

Une des conditions principales du succès dans la sérothérapie antityphoïde est la précocité de l'injection du sérum ; on ne doit pas attendre, pour utiliser ce remède, la venue parfois trop tardive du séro-diagnostic positif ; toutefois l'admirable méthode de la séro-réaction et la culture du sang restent toujours des moyens de contrôle décisifs.

Une méthode qui, d'une manière plus précoce que la précédente, donnerait des renseignements suffisamment précis sur le diagnostic de la fièvre typhoïde et n'exigerait pas, comme celle-ci, l'intervention des recherches ultérieures du laboratoire, rendrait des services signalés aux médecins.

Je me suis particulièrement préoccupé de la solution de ce problème, en raison de son intérêt pour l'intervention précoce de la sérothérapie.

Récemment, von Pirquet et, peu de jours plus tard, Wolff-Eisner ont fait connaître la grande sensibilité de l'épiderme cutané et de la conjonctive des tuberculeux à l'action d'une minime dose de tuberculine et ont édifié, sur cette constatation, une méthode de diagnostic de la tuberculose. On s'est empressé dans le monde entier de contrôler et de vérifier leurs découvertes. En France, M. Calmette a donné une bonne technique de cette recherche de l'ophtalmo-réaction à la tuberculine.

J'ai, de mon côté, tenté de savoir si la muqueuse oculaire des malades atteints de fièvre typhoïde témoignait, à l'égard de la toxine du bacille d'Eberth, une sensibilité spéciale qui pourrait être utilisée pour le diagnostic.

Cette sensibilité existe, et l'ophtalmo-diagnostic de la fièvre typhoïde est facile à rechercher et à constater.

Comme il s'agit d'un procédé de diagnostic nouveau, je demande la permission de donner quelques détails au sujet de cette méthode, de son mode d'application et de ses résultats.

§ 1. — Préparation du test ophtalmique.

Dans des bouteilles plates, sur une couche de gélose nourricière, du bacille typhique virulent est ensemencé et les flacons sont portés à l'étuve pendant dix-huit à vingt heures. Au bout de ce temps, la surface de la gélose est couverte d'une culture que l'on détache, après avoir ajouté 4 ou 5 centimètres cubes d'eau stérile, et l'on verse, à l'aide d'un entonnoir, dans de gros tubes, toute la masse des bacilles typhiques. Ces tubes sont chauffés au bain-marie à 60 degrés pour détruire la vitalité des microbes. On centrifuge, on décante le liquide surnageant, et on dessèche les bacilles dans le vide. On obtient ainsi une masse microbienne que l'on broie longtemps et avec soin dans un mortier d'agate, comme on le fait pour la préparation de certaine tuberculine. Soit, par exemple, 3 grammes de poudre de bacilles pesée sèche et broyée ; on facilite le broyage en ajoutant, comme l'a recommandé Bes-

redka, 1 gramme de NaCl. Dans cette poudre broyée soigneusement, pendant deux à trois heures, on verse tout d'abord, goutte par goutte, 5 à 6 centimètres cubes d'eau distillée stérile et on continue le broyage; peu à peu on ajoute de l'eau, 100 grammes au total pour 3 grammes de poudre. Le masse liquide est alors versée dans deux ou trois gros tubes que l'on porte à 60 degrés au bain-marie pendant deux heures; les bacilles tombent au fond et le liquide surnage. On laisse deux jours le dépôt se faire, sans secousses, en chauffant tous les jours à 60 degrés pendant une demi-heure. Puis le liquide surnageant est décanté. Il est presque transparent, et, s'il contient encore des flocons, on le soumet à la centrifugation. Il doit être très faiblement opalescent lorsqu'on le verse peu à peu dans une quantité d'alcool absolu dix fois plus grande. Au bout de peu de temps, dans l'alcool, se forment des nuages qu'on laisse se déposer pendant trois heures. On décante l'alcool, et le coagulum, qui a gagné le fond du verre, est mis à sécher rapidement dans le vide. On obtient une masse jaunâtre, que l'on broie finement dans un petit mortier d'agate. Lorsqu'on veut l'utiliser, on dissout cette poudre, qui renferme un peu de toxine adhérente à une substance donnant la réaction chimique de la matière albuminoïde, lentement et en broyant, à la dose de 1/3 à 1/2 milligramme pour une goutte d'eau, soit 8 à 10 milligrammes pour 1 centimètre cube d'eau, c'est-à-dire pour avoir la quantité nécessaire à la recherche de l'ophtalmo-diagnostic sur 20 personnes. La poudre ainsi préparée se conserve bien dans un flacon bouché. Le délayage de cette poudre jaunâtre dans les gouttes d'eau doit être fait avec soin et donner un liquide opalescent, dépourvu de grumaux. Ce liquide opalescent peut être recueilli dans de petites ampoules de verre contenant deux gouttes et fourni facilement aux médecins praticiens; j'ignore s'il conserverait son activité aussi longtemps que la poudre sèche.

§ 2. — Mode d'application. Résultats.

A l'aide d'un compte-gouttes dosé, verser une goutte de la dilution (soit un tiers à un demi-milligramme de poudre dissoute) dans le cul-de-sac conjonctival inférieur, en tournant un peu la tête du patient en dedans, pour que le liquide ne s'échappe pas de l'œil, mais s'écoule vers son angle interne. Au bout de deux à trois heures, la rougeur commence avec une légère sensation de chaleur; cette rougeur s'étend à la caroncule; un peu de larmoiement et un peu d'exsudat fibrineux apparaissent. De six à dix heures après l'instillation, les phénomènes ont pris leur maximum de développement. Ils rappellent ce qui se passe pour l'ophtalmo-réaction à la tuberculine. L'intensité de la réaction dépend de deux facteurs : d'une part, les malades, sans qu'on en connaisse la raison, n'ont pas tous la même sensibilité conjonctivale à l'égard de la toxine typhique, et, d'autre part, la dose de toxine instillée joue un rôle important. La quantité de poudre que j'ai indiquée, étant donné ce mode de préparation de la toxine, est celle qui fait réagir les personnes atteintes de fièvre typhoïde et qui ne fait pas réagir les autres. Mais chacun sait que la toxine typhique est irritante par elle-même, et ce qui peut être utilisé pour le diagnostic de la dothiénentérie, ce n'est pas la mise en jeu d'une spécificité totale et absolue dans l'action du remède, mais une différence dans l'intensité de la réaction : à l'égard d'une dose instillée de toxine, les typhiques et les convalescents de fièvre typhoïde font preuve d'une sensibilité beaucoup plus vive que les autres malades ou que les gens bien portants.

Le caractère vraiment essentiel de cette méthode de l'ophtalmo-diagnostic, celui auquel j'attache le plus de prix parce que je ne l'ai jamais vu manquer chez les vrais typhiques, consiste dans la persistance de la rougeur conjonctivale chez les malades soumis à l'épreuve. Toujours, à la dose indiquée, j'ai vu chez les vrais typhiques la réaction oculaire persister longtemps sous forme de rougeur conjonctivale ou caronculaire, facile à reconnaître en abaissant avec le doigt la paupière inférieure ou en faisant mouvoir l'œil, *et cela grâce à la comparaison avec l'œil non traité*. Le lendemain de l'instillation oculaire, souvent deux jours, parfois trois ou quatre et même six jours plus tard, l'ophtalmo-réaction reste constatable, puis se dissipe. J'ai vu même, à ma grande surprise, reparaître le quatrième ou le cinquième jour la rougeur qui s'était effacée au bout de quarante-huit heures.

Quant aux conséquences ultérieures, j'ai fait déjà plus de deux cents expériences, et je n'ai jamais constaté le moindre inconvénient.

Les résultats de mes recherches sont inscrits dans les tableaux ci-après; ils se résument ainsi :

Cinquante personnes atteintes ou convalescentes de maladies diverses et non typhoïdes n'ont présenté ni le séro, ni l'ophtalmo-diagnostic. Une seule a réagi, mais la rougeur n'était plus visible le lendemain de l'instillation; cette femme tuberculeuse avait eu probablement la fièvre typhoïde deux ans auparavant.

Soixante-dix typhiques avérés, ayant le séro-diagnostic positif, ont eu l'ophtalmo-diagnostic également positif.

Mais voici le point intéressant de cette étude :

J'ai vu plusieurs fois, au début ou dans le cours de la fièvre typhoïde, l'ophtalmo-diagnostic donner

une réaction positive, tandis que le séro-diagnostic restait négatif et ne devenait positif que plusieurs jours plus tard.

Les documents sont encore trop peu nombreux pour traiter ce point si important du diagnostic précoce de la fièvre typhoïde.

Pour éviter toute cause d'erreur, l'ophtalmo-diagnostic ne doit être recherché que sur des conjonctives apparaissant *saines et normales à l'œil nu*, et le jugement ne doit porter que sur la comparaison des deux yeux. La réaction doit être encore *très reconnaissable* au bout de vingt-quatre heures.

Il est un point que soulève cette étude. Les médecins ont l'habitude de ne considérer comme fièvre typhoïde que la maladie dont l'évolution est classique ou celle dans laquelle le sang donne la réaction positive. Les affections fébriles légères qui n'offrent pas la réaction sanguine sont regardées comme n'appartenant pas à l'infection éberthienne. Peut-être qu'un réactif sensible comme celui de l'ophtalmo-diagnostic nous montrera, par une méthode mise à la portée de tous les praticiens, que l'infection par le bacille typhique s'étend sur un domaine plus vaste qu'on ne suppose :

TABLEAU I. — ***Maladies ayant évolué cliniquement comme la Fièvre typhoïde.***

NOMBRE de jours de la maladie	SÉRO-DIAGNOSTIC positif	OPHTALMO-DIAGNOSTIC positif	ROUGEUR persistante pendant jours
6 à 10. .	1.1.1	1.1.1	1.3.3
11 à 15. .	1.1.1.1.1.1.1.1	1.1 1.1.1.1.1.1	1.1.3.3.1.2.2.6
16 à 20. .	1.1.1.1.1	1.1.1.1.1	2.2.1.3.2
21 à 25. .	1.1.1.1.1.1.1.1.1	1.1.1.1.1.1.1.1.1	2.4.2.1.1.1.3.3.2
26 à 30. .	1.1.1.1	1.1.1.1	1.2.1.2
31 à 35. .	1	1	3
36 à 40. .	1.1.1.1.1	1.1.1.1.1	1.4.1.2.2
41 à 45. .	1.1	1.1	1.3
46 à 50. .	1	1	2
51 à 55. .	1.1	1.1	3 3
80	1	1	2

Total : 41 malades.

A ce nombre de malades, il faut en ajouter 28 ayant aussi, en même temps, le séro-diagnostic et l'ophtalmo-diagnostic positifs.

IV. — MODE DE PRÉPARATION ET ACTION PHYSIOLOGIQUE DU SÉRUM ANTITYPHOÏDE.

On sait depuis longtemps qu'en injectant des bacilles typhiques vivants ou morts sous la peau ou dans les veines des petits animaux de laboratoire, on les vaccine contre une dose de virus capable de tuer les témoins; leur sérum sanguin a acquis désormais des propriétés qui confèrent aux animaux auxquels il est injecté une résistance considérable ou une immunité contre l'infection par le bacille d'Eberth. Toutefois, une difficulté très grande a retardé beaucoup le progrès

TABLEAU II. — ***Maladies ayant évolué cliniquement comme la Fièvre typhoïde.***

SÉRO-DIAGNOSTIC négatif	OPHTALMO-DIAGNOSTIC positif	SÉRO-DIAGNOSTIC devenu positif
21e jour.	21e jour.	33e jour.
16e —	16e —	26e —
10e —	10e —	13e —
8e —	8e —	Hémorragie intestinale le 16e jour, séro-diagnostic positif le 17e jour.
5e —	5e —	Encore négatif le 11e jour; les deux frères de cet enfant ont en ce moment la fièvre typhoïde avec séro-diagnostic positif.
15e —	15e —	18e jour.
12e —	12e —	18e —
11e —	11e —	14e —

dans l'étude de ce sérum appliqué à la thérapeutique humaine. Les petits animaux de laboratoire n'ont pas la fièvre typhoïde humaine comme ils ont si facilement la diphtérie. Si on les inocule avec une dose moyenne de virus typhique, ils guérissent en quelques heures; si l'on augmente la

TABLEAU III. — ***Maladies n'ayant pas évolué cliniquement comme la Fièvre typhoïde.***

NOMBRE des malades	MALADIES	SÉRO-DIAGNOSTIC	OPHTALMO-DIAGNOSTIC	REMARQUES
1	Tuberculose.	—	—	
1	Bronchite.	—	—	
2	Appendicites.	—	—	
1	Hystérie.	—	—	
5	Erysipèles.	—	—	
1	Phlegmon.	—	—	
1	Zona ophtalmique.	—	—	
1	Rétrécissemt mitral.	—	—	
1	Diphtérie.	—	—	
1	Embarras gastrique.	—	—	
1	Oreillons.	—	—	
30	Convalescents de scarlatine.	—	—	
2	Convalescents de rougeole.	—	—	
1	Pleurésie tuberculeuse.	—	+	Cette malade a eu, il y a deux ans, une fièvre intense qui a duré trois mois avec céphalée et diarrhée.

dose, ils sont sidérés non moins rapidement. Peu de chose rappelle, dans ces infections insignifiantes ou si graves des petits animaux, l'évolution classique de la fièvre typhoïde humaine. Le sérum

antityphoïde n'est appliqué expérimentalement que sur des animaux ou sains, ou malades seulement depuis quelques heures. Il n'y a rien, chez l'animal soumis à l'expérience, qui se rapproche, même de loin, de ce que nous voyons chez l'homme, c'est-à-dire de cette sensibilité au poison typhique, sensibilité faible d'abord, quand le patient commence sa maladie, plus grande dans la suite à mesure que la maladie se déroule, et qui rappelle la sensibilité des tuberculeux à l'égard de la tuberculine.

Si l'on pouvait, tout au début de sa maladie, faire détruire et solubiliser tous les bacilles typhiques contenus dans le corps d'un homme, celui-ci guérirait vite et supporterait très bien l'intoxication produite par la dissolution microbienne ; si l'on procédait à cette même destruction et solubilisation des microbes typhiques chez un homme déjà fortement touché par la fièvre typhoïde et envahi par un très grand nombre de bacilles, je suis convaincu que le patient succomberait en quelques heures, submergé par ce supplément d'intoxication.

Cette proposition fait comprendre que, dans le traitement sérothérapique de la fièvre typhoïde, il faut agir avec prudence, puisque nous avons, non l'observation animale, mais seulement l'observation humaine, pour nous guider dans cette thérapeutique.

Le sérum que j'utilise a été pris sur des chevaux qui, pendant longtemps, ont reçu, tantôt dans les veines une émulsion de bacilles typhiques virulents, tantôt, sous la peau, de la toxine typhique soluble.

J'ai fait connaître le mode de préparation de cette toxine soluble (Congrès de Madrid, 1898) ; elle s'obtient en cultivant dans des flacons plats, dans du bouillon de rate de bœuf, au large contact de l'oxygène, des bacilles typhiques très virulents. En quarante-huit heures, la culture du microbe tapisse d'un voile la surface du bouillon et la toxine s'élabore au-dessous. On la recueille au bout de sept jours dans de petits flacons, on chauffe à 55° et on centrifuge. Le liquide décanté présente les propriétés que j'ai fait connaître, et notamment une toxicité et une résistance à la chaleur que l'on a constatées ultérieurement dans l'endotoxine typhoïde. Chez le cheval, les injections doivent être espacées, car chacune amène une forte élévation de température et l'immunisation des animaux est très lente. Ceux qui m'ont donné le meilleur sérum étaient en voie d'immunisation depuis plusieurs années.

Les propriétés du sérum varient un peu, suivant le temps écoulé, au moment où l'on fait la saignée, depuis la dernière injection de bacille ou de toxine.

C'est au bout de vingt jours environ que le sérum a son plus grand pouvoir préventif. J'ai fait aussi, au bout de trois mois, des saignées et j'ai conservé longtemps le sérum; il en est que j'utilise encore après deux et trois ans de conservation au froid, à l'abri de la lumière et de l'oxygène.

Les doses sont minimes, puisque je suis arrivé, avec du sérum d'animaux vaccinés depuis plusieurs années, à n'injecter que quelques gouttes, dose suffisante, cependant, pour amener dans l'évolution de la maladie et dans les symptômes les modifications dont j'ai parlé.

L'action d'une injection dure environ dix jours ; je fais rarement une seconde injection, sauf quand la marche de la maladie devient traînante; cette seconde injection doit être en quantité moitié moindre que la première, car elle amène parfois localement une petite tuméfaction œdémateuse qui se dissipe en quelques jours. La première injection ne produit jamais cet œdème. L'injection est faite sous la peau de la face dorsale de l'avant-bras.

Je dois maintenant analyser l'action du sérum antityphoïde sur l'animal sain et sur l'animal atteint d'infection ou d'intoxication typhique, sur l'homme normal ou non typhique et sur le malade frappé par la fièvre typhoïde.

Sur le lapin sain, le sérum, injecté dans la veine de l'oreille à une dose trente à quarante fois supérieure à celle qui est utilisée chez l'homme, n'amène aucune modification apparente de la santé. La courbe d'augmentation régulière du poids d'un animal de 1.800 à 2.000 grammes n'est pas sensiblement troublée.

Chez le cobaye, le sérum, injecté en plein tissu cérébral à la dose de 3 à 4 gouttes dans chaque hémisphère, n'entraîne aucun accident apparent immédiat, ni consécutif.

Les animaux soumis à l'infection ou à l'intoxication typhique et traités par le sérum présentent des phénomènes intéressants.

Tout d'abord, un premier fait est manifeste : les cobayes qui ont reçu sous la peau vingt-quatre heures plus tôt deux centimètres cubes de sérum résistent à une dose de bacilles qui amène la mort des témoins. L'acte de résistance organique se dévoile avec netteté dans l'expérience suivante : Si, sous la peau de l'oreille de plusieurs lapins, les uns neufs et les autres ayant reçu depuis quelques heures deux à trois centimètres cubes de sérum, on injecte une même dose de bacilles typhiques, on voit, au bout de cinq à six heures, que, dans l'oreille des lapins témoins, les microbes grouillent et pullulent en liberté, comme dans un bouillon de culture, tandis que, dans l'oreille des lapins qui ont reçu le sérum, l'immense majorité des bacilles est englobée par les phagocytes et subit une des-

truction rapide. L'injection préventive du sérum, qui *sensibilise* les microbes, constitue donc un traitement antiinfectieux, car, dans le sérum antityphoïde chauffé, on trouve encore, à la façon d'une sensibilisatrice résistant à la chaleur, une proportion importante d'opsonine.

Cette injection constitue aussi un traitement antitoxique, mais d'une manière secondaire et beaucoup moins rapide dans sa manifestation clinique. Chez l'homme, cette désintoxication antityphoïde se constate par la bonne conservation de l'état général pendant le cours de la maladie et pendant la convalescence, au point que l'aspect extérieur des malades ne ressemble pas à celui des typhiques traités par les méthodes ordinaires.

Expérimentalement, on constate aussi cette résistance aux effets de la toxine. Faisons pénétrer sous la peau d'un lapin neuf une quantité de toxine typhoïde soluble un peu inférieure à la dose mortelle; nous verrons se produire en quelques heures un amaigrissement considérable, et dans le sang nous observerons la disparition d'un très grand nombre de globules blancs, surtout des polynucléaires. Peu à peu, l'animal se remettra et reviendra à son poids, mais il restera touché dans sa vitalité pendant assez longtemps : le poil se montrera terne, il tombera par places; l'aspect sera peu florissant. Si l'on pratique à un autre animal la même injection de toxine, mais après avoir pris la précaution de faire pénétrer sous la peau, deux à vingt-quatre heures auparavant, un centimètre cube de sérum, l'animal sera peu malade, maigrira peu et la destruction des leucocytes restera minime. Le sang d'un lapin traité préventivement par le sérum se comporte, sous l'effort de la toxine, comme le sang d'un lapin qui est déjà immunisé par des doses faibles et répétées de toxine. Par cette injection de sérum, l'animal a acquis le pouvoir de supporter sans périr une dose de poison qui, en trente-six heures, provoque la mort d'un témoin.

Si l'on injecte ensemble et séparément sérum et toxine, l'action de cette dernière sur le sang se fait sentir presque avec autant de violence que si l'on avait injecté la toxine seule; mais la réaction leucocytaire de défense est plus rapide et plus intense que chez les animaux qui n'ont pas reçu de sérum. Les polynucléaires surtout reparaissent dans le sang plus rapidement, et en plus grand nombre.

Si l'injection de sérum intervient trop tard après le début de l'intoxication et que celle-ci soit forte, la réaction favorable est comme inhibée et ne se produit pas. Enfin, l'effet de l'injection de sérum dure longtemps; les animaux qui ont reçu du sérum depuis six à sept jours témoignent encore d'une puissance de résistance très grande contre l'injection éventuelle de toxine. De ces faits découle l'indication d'injecter le sérum aussi près que possible du début de l'infection.

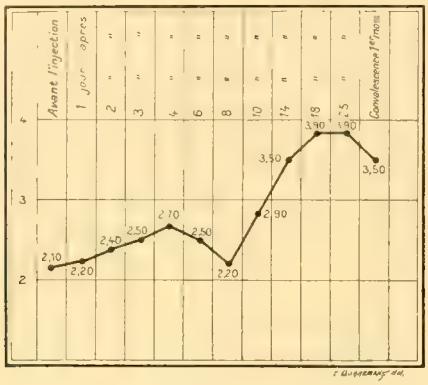
Pour bien saisir le mécanisme de l'influence sérothérapique, il faut examiner, indépendamment des propriétés acquises par le sang et le sérum, la rate et la moelle des os des animaux en expérience. La différence entre les organes des animaux traités et des témoins est si grande qu'elle se traduit, sur les coupes histologiques, même à l'œil nu. La rate et la moelle des os des lapins qui n'ont reçu que la toxine présentent, au bout de quelques heures, une congestion sanguine extrêmement intense; les appareils lymphoïdes (corpuscules de la rate) et les travées du tissu médullaire témoignent d'une réaction légère et pénible. La rate et la moelle des os des animaux qui ont reçu le sérum et la toxine sont tout autant tuméfiés, mais la tuméfaction n'est pas causée par une congestion sanguine; elle est sous la dépendance d'une énorme hypertrophie du tissu lymphoïde et myéloïde. Les corpuscules spléniques sont augmentés de volume, chargés de cellules lymphatiques, que l'on trouve en grand nombre dans les cordons de Billroth. Les travées du tissu médullaire sont aussi en reviviscence active; la graisse est résorbée et les travées sont farcies d'un grand nombre de cellules jeunes à protoplasma généralement basophile.

Nous voici parvenus au point culminant de cette étude de sérothérapie antityphoïde humaine. Jusqu'ici nous avons pu en juger les résultats par la statistique globale et par les modifications des symptômes morbides; nous allons pénétrer dans l'étude de quelques-uns des phénomènes les plus importants de la physiologie pathologique.

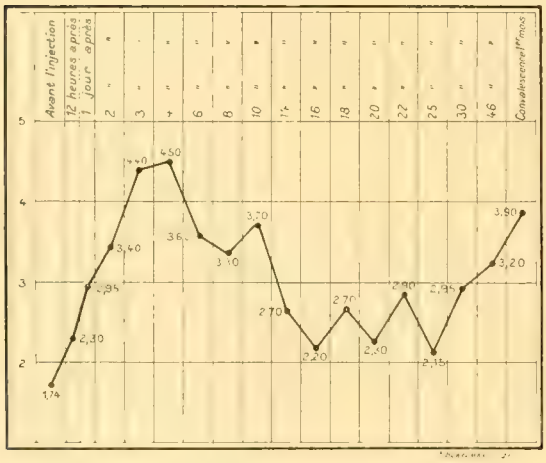
Les réactions provoquées par l'injection de sérum chez l'animal sain et chez l'animal envahi par le bacille typhique se manifestent-elles d'une manière très analogue chez l'homme sain et chez l'homme atteint de fièvre typhoïde? Assurément. L'hypersplénomégalie, qui s'installe en quelques heures chez l'individu traité par le sérum, est très facilement constatée à l'aide du phonendoscope et, lorsque l'occasion se présente de faire une vérification anatomique, à l'autopsie, on retrouve dans la rate humaine les modifications signalées dans la rate des animaux : la fermeté du tissu, l'hypertrophie des follicules lymphatiques et la diminution de la congestion sanguine.

Chez l'homme typhique, sous l'influence du sérum, comme chez l'animal, l'activité des globules blancs à englober et à détruire les bacilles d'Eberth se montre exaltée. Cette puissance nouvelle est-elle due à une propriété acquise par les globules blancs ou à une modification des

humeurs, à un état bactéricide dans le sens très général où l'entendaient Bouchard et son école? On sait qu'en 1895, dans une expérience célèbre faite *in vitro*, Denys (de Louvain) et Leclef ont montré que, lorsqu'on plaçait en contact des globules blancs normaux et des streptocoques et qu'on ajoutait au mélange du sérum d'animal neuf ou du sérum de vacciné, les résultats de l'englobement et de la phagocytose étaient très différents dans le



Forme bénigne.



Forme grave.

Fig. 7. — *Courbes des index opsoniques, au cours de la fièvre typhoïde traitée par la sérothérapie.*

premier et dans le second cas. Pour faire détruire les microbes, le sérum de vacciné témoignait d'un pouvoir incontestable, que les uns attribuaient à la stimulation des leucocytes et les autres à l'atténuation des microbes. En renouvelant, en variant et en modifiant d'une manière heureuse cette expérience, Wright et ses élèves ont eu le mérite d'étudier avec soin ce phénomène et de spécifier, sous le nom d'opsonine, cette propriété de suractiver la phagocytose, propriété acquise par le sérum dans les organismes immunisés ou en voie d'immunisation.

Eh bien, le phénomène créé dans le corps du malade atteint de fièvre typhoïde par l'injection du sérum antityphoïde est un phénomène d'opsonisation. Le sang de ces malades, qui, dans les formes graves, ne se défendait pas ou se défendait mal, peut désormais se défendre mieux, englober par ses leucocytes beaucoup de bacilles et les détruire, et parfois même les détruire en si grand nombre que cette désinfection à l'intérieur crée le danger d'une surcharge précipitée et excessive de détritus microbiens dans le sang.

Pour donner la preuve de ce mécanisme défensif, il suffit de dresser chaque jour, chez les malades soumis à la sérothérapie, la courbe des index opsoniques prélevés dans les diverses formes cliniques de la fièvre typhoïde.

Avec la collaboration de mon interne M. Milhit, j'ai suivi, chez un grand nombre de malades, la marche du développement des opsonines, et nos observations se résument dans les deux schémas ci-contre de courbes d'index opsoniques (fig. 7). L'index opsonique, mesuré par la méthode de Wright, est le rapport entre le pouvoir (d'englober les bacilles typhiques) dont jouissent les globules blancs humains actionnés par un sérum normal humain et le pouvoir dont ces mêmes globules humains sont revêtus quand ils reçoivent l'impulsion d'un sang de typhique, soit avant, soit après l'injection de sérum.

On voit sur ces figures que la courbe des index opsoniques est un peu variable suivant qu'il s'agit de forme légère ou de forme grave de la maladie. La courbe de la forme bénigne montre que, déjà avant l'intervention du sérum thérapeutique, l'index opsonique est assez élevé: 2,10 (la normale étant aux environs de l'unité). Dès le lendemain de l'injection, l'index opsonique augmente; il atteint un point élevé le quatrième jour; la phagocytose se fait alors assez énergiquement, puis l'index baisse un peu, à mesure que le sérum injecté est éliminé, et bientôt la défervescence se dessine, tandis que le sérum du malade contient de plus en plus des opsonines. Quand la convalescence est bien franche, l'index opsonique reste encore élevé pendant le premier mois après la guérison; quand la convalescence est traînante pour une raison quelconque (troubles digestifs, tuberculose latente, etc.), l'index opsonique marque un chiffre plus faible.

La courbe des index opsoniques dans les formes graves montre d'abord un index faible avant l'injection; l'individu se défend médiocrement; puis, après le sérum, dans les trois à quatre jours suivants, une élévation brusque et intense du chiffre de ces index. Il se fait à ce moment une destruction intense de bacilles, destruction qui jette dans la circulation d'un malade déjà intoxiqué par la fièvre typhoïde de nouveaux produits toxiques

de bacilles. Devant cette surcharge de toxicité, le malade réagit par la période fébrile dite de réaction; et cette notion impose la nécessité de modérer, dans les formes graves, la rapide destruction bacillaire, et n'injecter que de très faibles doses de sérum aux malades fortement intoxiqués.

Du quatrième au douzième jour après l'injection, à mesure que l'action du sérum s'élimine, on voit la courbe des index s'abaisser tout en restant, cependant, très supérieure au chiffre des opsonines constaté avant l'injection. Puis, dans ces formes graves où la maladie se prolonge un peu, on voit cette courbe des index osciller jusqu'à la convalescence autour d'une ligne à peu près horizontale; mais, phénomène capital et qui explique que les malades, tout en conservant de la fièvre, se défendent bien, ne sont nullement en danger et conservent une mine relativement florissante, les index opsoniques restent toujours assez élevés; la phagocytose se fait bien, la résistance est organisée; enfin arrive l'ascension finale de la courbe opsonique à l'aurore de la guérison.

Les phénomènes opsoniques apparus dans le sang des malades traités par le sérum ne prennent toute leur signification que lorsqu'on compare entre elles, que l'on superpose pour ainsi dire, les modifications survenues dans le sang, dans les organes hématopoïétiques et dans les courbes thermiques. Alors les effets produits par la sérothérapie antityphoïde et les réactions constatées dans la physiologie pathologique de la maladie modifiée se dessinent avec une netteté suffisante pour qu'on puisse émettre, sur leurs rapports réciproques, une hypothèse fondée sur des observations expérimentales et cliniques; la voici : sous l'influence du sérum antityphoïde — sérum qui, même chauffé, contient des opsonines — il se fait dans l'organisme du malade — peut-être par un phénomène d'opothérapie — une excitation des appareils lymphoïdes, myéloïdes et sanguins, appareils qui ont déjà ressenti eux-mêmes les effets de l'intoxication. L'hyperactivité provoquée dans ces organes fait naître des opsonines qui arrivent en grand nombre dans le sang; les bacilles sont happés et détruits. Dans les formes bénignes, l'impulsion donnée aux appareils fabricants d'opsonines n'est pas très considérable et le sérum amène une perturbation utile, mais modérée. Dans les formes graves, la secousse provoquée par le sérum est plus violente, plus utile aussi, mais à condition d'être ménagée. La conduite à tenir par le clinicien s'éclaire à la lecture de ces courbes des index opsoniques.

Il faut craindre, en effet, de donner une perturbation trop forte aux malades; on risquerait d'inhiber la production des opsonines. Lorsque l'état s'aggrave, par exemple à la suite d'une perforation intestinale, la courbe des index opsoniques descend chaque jour jusqu'à l'agonie.

Les observations que je viens de faire connaître me permettent de donner aujourd'hui l'explication de faits que j'avais signalés dans des communications précédentes à propos de la sérothérapie et dont la nature n'avait pas été bien comprise. En 1901, j'avais émis cette hypothèse (*Presse médicale*) : « Il se fait, sous l'influence du médicament, une destruction rapide d'un très grand nombre de microbes, et leur multitude jette dans la circulation des substances pyrétogènes plus ou moins abondantes. »

Il suffit de comparer la courbe des opsonines à celle des températures pour voir qu'après le sérum la période de réaction fébrile suit la période d'opsonisation maxima et qu'elle en est la traduction légitime. Si, dans les derniers jours de la maladie et au moment de la convalescence, l'augmentation du chiffre des opsonines ne fait pas apparaître la fièvre, c'est qu'à ce moment il n'y a plus ou que peu de bacilles à détruire.

En 1902 (Congrès du Caire), je disais : « Plus le malade est malade et plus faible doit être la dose de sérum injecté. » Cette observation avait à cette époque paru étrange, étant données les idées classiques au sujet de la sérothérapie antidiphtérique et de l'utilité des doses massives dans les états diphtériques graves. Aujourd'hui, l'étude de la courbe des opsonines explique et justifie cette prudence en matière de sérothérapie antityphoïde.

Enfin, on a émis cette critique : « Si le sérum est vraiment un médicament actif dans la fièvre typhoïde, pourquoi continuer à employer les bains froids qui sont si douloureux à tolérer? »

A cette objection, on peut répondre : Pour faire supporter dans les formes graves la réaction produite par la destruction microbienne rapide, les bains froids ou frais sont éminemment utiles; et ces bains, collaborateurs de la sérothérapie, ne pourront être supprimés que lorsqu'on possédera un sérum d'une puissance antitoxique très considérable.

Le sérum antityphoïde n'est donc pas un médicament qui suffit à tout, mais c'est un médicament d'une grande puissance et dont il faut savoir se servir. Un regard jeté sur la courbe des opsonines suffit à en donner la conviction. Ce remède a un avantage exceptionnel sur tous les autres; il aide sûrement et énergiquement les cellules du corps à détruire les microbes de la fièvre typhoïde. Quel est l'autre matière pharmacodynamique en qui l'on puisse de bonne foi reconnaître un tel privilège? Grâce à ce sérum, dans divers services hospitaliers,

on a obtenu une mortalité typhoïde extraordinairement basse.

Au Congrès du Caire, en 1902, j'avais prononcé cette phrase : « Par l'addition de sérum antityphoïde à l'hydrothérapie, j'estime que la mortalité par fièvre typhoïde doit tomber à 4 ou 5 %. »

Cinq ans se sont écoulés; le nombre des cas traités à l'hôpital est devenu beaucoup plus considérable, et je n'ai rien à changer à cette proposition[1].

Dr A. Chantemesse,
Professeur agrégé
à la Faculté de Médecine de Paris.

LES BASES D'UNE CHIMIE PHYSIOLOGIQUE DES SÉCRÉTIONS VÉGÉTALES

Lorsqu'en 1888 j'entrepris l'étude des sécrétions végétales, en particulier des résines, c'étaient des considérations physiologiques qui me guidaient.

J'avais établi le fait qu'il existe des plantes qui, normalement, ne contiennent ou ne forment aucune sécrétion et qui ne constituent des réservoirs sécréteurs qu'après avoir subi des lésions. J'entrevis alors la possibilité, par des recherches chimiques comparées, d'une part sur l'écorce normale, sans sécrétion, de l'arbre, d'autre part sur la résine, de découvrir l'origine de la sécrétion. Les résultats de ces recherches ne répondirent pas à mon attente. En dehors des constituants communs, je ne trouvai chez le *Styrax benzoin* aucune substance caractéristique, et chez le *Myroxylon Pereirae* que de la coumarine; celle-ci présente bien des rapports directs avec les constituants du baume du Pérou, mais n'est pas un corps plus simple et ne peut être considérée comme une substance mère. Les études micro-chimiques furent donc complètement abandonnées.

La question devait être reprise par un autre bout : il fallait essayer, par une étude exacte des sécrétions, de parvenir à des conclusions sur leur formation. J'ai entrepris cette vaste étude, et, après quinze années de travail, je suis arrivé à quelques résultats généraux, qui peuvent être considérés comme le commencement d'une chimie physiologique des sécrétions.

I

On reconnaît d'abord que les sécrétions résineuses — ce sont les seules dont je me sois occupé, à l'exclusion des latex — ne se laissent pas toutes réunir dans un même groupe : elles sont si variées qu'on doit les répartir d'abord dans des classes diverses et considérer celles-ci séparément. On constate ensuite qu'il existe un rapport souvent très accusé entre la composition chimique de la sécrétion, d'une part, et la famille végétale à laquelle appartient la plante qui la fournit, d'autre part. Dans beaucoup de cas, on peut tirer, de la constitution chimique d'une sécrétion, une conclusion sur la famille de la plante. Les sécrétions des Ombellifères, des Burséracées, des Conifères, des Convolvulacées, des Sapotacées, possèdent tant de particularités, de traits caractéristiques que, chimiquement, on peut aussi très bien les considérer comme des familles distinctes. C'est là une règle générale. Cependant, il y a des exceptions, et ces exceptions offrent peut-être quelques indications sur la voie où il faut chercher les lois de la formation des résines. Les résines benzéniques, par exemple, présentent entre elles des analogies de famille, et cependant elles appartiennent à des familles végétales très différentes, souvent très éloignées dans le système végétal. Ainsi, les Légumineuses, les Styracacées, les Balsamifluées, les Liliacées et les Palmiers sont aussi éloignés que possible dans le système végétal, et, toutefois, leurs sécrétions offrent beaucoup de concordances. Il en est de même des caoutchoucs, qui sont assez semblables, quoiqu'ils proviennent d'au moins six familles peu voisines : les Euphorbiacées, les Artocarpées, les Apocynées, les Composées, les Loranthacées et les Musacées.

On ne peut donc établir une division des sécrétions résineuses d'après les familles végétales que dans une mesure restreinte. Si nous voulons obtenir les bases d'une chimie physiologique des sécrétions, nous devons en chercher les traits essentiels et communs dans la physionomie chimique des sécrétions. Et voici ce qu'on peut retirer dans cette voie de la masse des phénomènes particuliers.

II

Un premier groupe est formé par les *résines tannoliques*, sécrétions résineuses qui renferment les éthers des résinotannols et d'acides aromatiques appartenant aux séries de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. *La découverte de cette classe de résines a apporté la preuve que beaucoup de*

[1] Conférence faite à la séance plénière du Congrès d'Hygiène de Berlin, le 26 Septembre 1907.

résines — comme les graisses — sont des éthers. Ce fut une des plus grandes surprises de ces études, pourtant si riches en étonnements, de me rencontrer ici avec des membres du groupe des matières tannantes. Je ne m'attendais pas le moins du monde à cette rencontre, quoiqu'on eût plusieurs fois parlé antérieurement d'une « formation des résines aux dépens des matières tannantes », il est vrai sans avoir appuyé cette hypothèse d'autres faits que de l'existence de matières tannantes dans les tissus au voisinage des réservoirs de sécrétion. Mais les matières tannantes sont des constituants si fréquents des parties des plantes, surtout de celles qui ne forment pas de résines, et elles se trouvent en particulier si abondamment dans les organes de plantes dont les sécrétions ne contiennent pas de résinotannols (Conifères), qu'on ne pouvait baser sur ces faits une théorie de la formation des résines. Les rapports réels des résines et des tannins n'ont été dévoilés que par la découverte du groupe des résinotannols dans les résines benzéniques et celles des Ombellifères.

Il n'y a aucun doute que les résinotannols soient des phénols aromatiques. On peut s'y attendre d'après leur réaction avec les sels de fer, et la formation d'acide picrique par l'action de l'acide nitrique sur eux le confirme. Quelques-uns, comme les tannols des Acaroïdées, se transforment même très facilement en acide picrique. La présence de benzène, toluène, styrol, après la distillation avec la poudre de zinc, s'accorde avec l'hypothèse précédente.

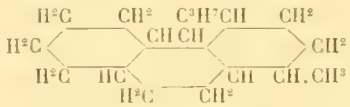
Mais, si ce sont des phénols aromatiques, ils se trouvent en rapports étroits avec les acides aromatiques formant les éthers résineux (résines) que nous leur trouvons liés. Ces acides appartiennent à deux groupes : l'un est celui des acides benzoïque et salicylique, l'autre celui des acides cinnamique et oxycinnamiques (acides paracoumarique, caféique et férularique, umbelliférone).

Pour comprendre la synthèse de ces éthers résineux aux dépens des phénols et des acides aromatiques, il ne nous reste plus qu'à supposer que, dans la cellule vivante, des noyaux aromatiques se forment par la fermeture dans différentes directions de chaînes de carbones originellement ouvertes.

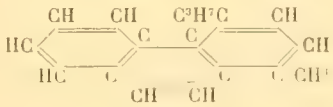
III

Il en est tout autrement des *acides résinoliques* (acides de la résine) et des *résinols* (alcools de la résine). Les acides de la résine des Conifères, — représentants typiques des acides résinoliques, — dont le nombre est déjà très grand, mais qui peuvent vraisemblablement se ramener à un petit nombre de types, ne renferment certainement pas de noyau aromatique. Chez ceux où l'on a cherché à déceler des doubles liaisons, on n'en a toujours trouvé qu'une ou deux dans la grosse molécule ; la majorité des atomes de carbone ne possède pas de liaison double, mais une liaison simple, comme chez les combinaisons aliphatiques. Cependant, il faut admettre aussi dans ces composés une chaîne fermée, et toutes leurs réactions montrent qu'ils appartiennent à la série hydroaromatique. Leur grande résistance vis-à-vis des réactifs — circonstance qui confère aux résines qui les contiennent leur grande importance pour la pratique de l'industrie des vernis — les place dans ce groupe, qui forme le passage entre les composés aromatiques et aliphatiques. Ici, la fermeture de corps aliphatiques formés originellement dans les échanges de la cellule se laisse encore plus facilement supposer.

J'ai eu le bonheur de trouver le noyau qui est à base d'au moins quelques-uns de ces acides de la résine et de rendre assez vraisemblable leur dérivation de celui-ci. En 1900 déjà, j'ai montré que, dans la distillation des acides de la résine des Conifères, il se produit du rétène, tandis qu'on trouve des rétènes hydrogénés dans l'huile de résine ; en même temps, j'ai indiqué que l'hydrocarbure complètement hydrogéné dérivé du rétène, la fichtélite, se trouve dans de vieux dépôts de bois de sapin soumis à la décomposition, surtout aux endroits où il y avait autrefois de la résine, c'est-à-dire à la place des réservoirs sécréteurs. Plus tard, Vesterberg et Easterfield sont aussi tombés sur le rétène. Ce n'est pas ici le lieu de discuter les formules du rétène et de la fichtélite, qui ne sont pas encore complètement fixées ; j'emploierai celles de Bamberger :



Perhydrorétène = $C^{18}H^{32}$ (fichtélite).



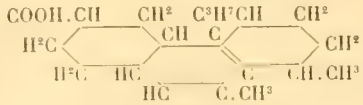
Rétène = $C^{18}H^{18}$.

Entre ces deux composés se trouve un décahydrorétène (I), d'où l'on peut faire dériver l'acide pimarique (II) en remplaçant un atome d'H par CH^3 et un autre par le groupe COOH (la position de ces deux groupes étant réservée).

(I)

Décahydrorétène = $C^{18}H^{28}$.

II)



Acide pimarique = $C^{20}H^{30}O^2$.

Les raisons pour lesquelles je tiens cette dernière formule, ou une analogue, pour exacte sont que, dans la réalité, on peut déceler deux doubles liaisons et que, dans le dédoublement des acides du groupe des acides pimarique et abiétique, on obtient soit du naphtalène (ou du méthylnaphtalène), soit un terpène, mais non les deux simultanément.

En y admettant la présence d'un noyau terpénique, les résines des Conifères entrent en rapports étroits avec les terpènes qui les accompagnent si souvent, et l'on est amené à supposer pour les deux une substance-mère analogue. Ce qu'est celle-ci reste encore mystérieux, car nous ne savons rien des rapports des terpènes avec les hydrates de carbone, par exemple. Mais ne faut-il prendre ici comme point de départ que les hydrates de carbone, qui jouent toujours le principal rôle comme substances-mères dans les échanges de la cellule? N'y aurait-il pas d'autres constituants cellulaires aussi répandus?

J'ai indiqué déjà en 1904 que la *phytostérine* (cholestérine) est un constituant très régulier des plantes, qui ne fait probablement défaut à aucune cellule. Il serait plus exact de parler de phytostérines, car il en existe plusieurs, formant un groupe. J'ai aussi émis l'idée qu'elles constituent vraisemblablement la clef pour l'explication de nombreux processus d'échange cellulaire. Lorsque nous connaîtrons leur constitution, une vive lumière jaillira sur ce qui reste encore obscur. Malheureusement, cette constitution est toujours douteuse : quelques formules montrent des rapports avec les terpènes, une autre se déduit d'un picène réduit. Mais nous ne savons rien de plus. Liebermann et Walitzky ont aussi mis en rapport les cholestérines avec les acides des résines des Conifères et les terpènes.

Une preuve de l'existence de ces rapports réside dans des réactions colorées analogues : depuis dix ans, j'ai soumis tous les membres de la série des acides résineux isolés par mes élèves aux réactifs usuels de la cholestérine. Dans beaucoup de cas, comme pour l'acide abiétique, par exemple, on obtient des réactions analogues; dans d'autres, la similitude n'est pas claire.

En partant de corps relativement simples, nous pouvons parvenir au voisinage des acides de la resine des Conifères. Lawrence a préparé, par oxydation de l'acide β-isopropylglutarique, de l'acide terpénilique, et par oxydation de ce dernier de l'acide térébique, que l'on peut obtenir aussi bien à partir du pinène que par oxydation de la colophane, c'est-à-dire de l'acide abiétique.

J'ai déjà rappelé que la destruction des résines et des acides résineux des Conifères fournit des membres de la série terpénique; il en est de même des amyrines, parentes des résines des Conifères, qui donnent des réactions de phytostérine très accentuées; aussi les amyrilènes (Vesterberg) doivent-ils être comptés parmi les terpènes. Un des résinotannols isolés par nous, le galbarésinotannol (du *Galbanum*), nous conduit au voisinage du pinène, car il livre, par oxydation avec l'acide nitrique, de l'acide camphorique et de l'acide camphoronique.

Ainsi, quoique aujourd'hui nous ne puissions encore rien dire de certain sur la constitution des acides de la résine des Conifères, il est cependant très vraisemblable qu'ils appartiennent aux combinaisons hydroaromatiques, dérivent d'un rétène hydrogéné et sont en rapport avec les terpènes aussi bien qu'avec les phytostérines. Mais je ne puis émettre l'hypothèse qu'ils dérivent de ces derniers. La phytostérine est elle-même un corps beaucoup trop compliqué pour constituer la substance-mère des acides résineux des Conifères, et les terpènes de formule $C^{10}H^{16}$ n'en sont probablement pas non plus les substances-mères, au moins de la manière supposée jusqu'à présent.

IV

Les alcools de la résine ou *résinols* présentent une parenté multiple avec les acides de la résine. Plusieurs d'entre eux offrent aussi des rapports avec les cholestérines et les terpènes. Leur étude me paraît particulièrement riche en perspectives pour l'édification ultérieure d'une chimie physiologique des résines. Nous constatons pour quelques-uns d'entre eux le fait intéressant qu'ils se rencontrent dans plusieurs familles de plantes : ainsi l'amyrine chez les Burséracées et les Rutacées, des résinols de formule $C^{10}H^{20}O^2$ chez les Styracacées et les Balsamifluées. Comme plusieurs de ces combinaisons cristallisent très bien, l'étude en a été facilitée.

Un groupe de résinols se comporte, par contre, tout autrement : ce sont les résinols de la racine de gaïac. Nous sommes ici en présence de produits de condensation entre des substances aliphatiques (aldéhyde tiglique) et des phénols aromatiques (gaïacol, crésol, etc.).

Cependant, on a trouvé même dans les résines des représentants de la série aliphatique : l'acide aleuritique de la laque en bâton en est un exemple; la convolvuline contient aussi, à côté de restes de sucres, des acides aliphatiques (acides méthyl-

éthyl-acétique, α-méthyl-β-oxybutyrique). Récemment Harries a dérivé la gutta de l'aldéhyde lévulique et il la considère comme un polymère du 1 : 5-diméthylcyclooctadiène : c'est-à-dire comme

$$\left[\begin{array}{c} CH^3.C.CH^2.CH^2.CH \\ \| \qquad\qquad\qquad \| \\ CH.CH^2.CH^2.C.CH^3 \end{array}\right]^x,$$

un multiple du pentadiényl-rectène C^5H^8, de la même façon que la cellulose et l'amidon sont des multi-anhydrides du sucre de raisin. Harries se représente de la façon suivante la formation de la gutta : le sucre (pentose) est réduit dans le reste C^5H^8, et celui-ci, à l'état naissant, se condense dans le complexe $(C^{10}H^{16})$. Les rapports entre les sucres et l'aldéhyde et l'acide lévuliques sont déjà connus.

Ici l'on peut suivre la genèse d'un corps résineux directement à partir du sucre, qui est considéré comme la source de la plupart des constituants du contenu cellulaire.

V

En résumé, les résines ne forment pas un groupe chimiquement homogène, mais se recrutent aux dépens de diverses classes de corps pour lesquelles on ne peut reconnaître une substance-mère commune. On ne peut développer jusqu'à présent d'hypothèses plausibles sur leur formation que dans très peu de cas.

S'il en est ainsi de la résine pure, on ne sait guère davantage des « substances accessoires », c'est-à-dire des substances qui accompagnent le corps résineux. On peut quelquefois les mettre en rapport avec les résines : ainsi l'on trouve fréquemment, parmi ces substances accessoires, les produits de dédoublement des éthers résineux, aussi bien des résines tannoliques que des résines résinoliques ; puis, chez les résines à éthers résineux aromatiques, d'autres corps de la série aromatique (éthers, acides et aldéhydes) ; enfin, chez les résines de Conifères, nommées autrefois résines terpéniques, des terpènes. La présence très régulière de substances amères parmi les substances accessoires était restée mystérieuse jusqu'à ce que nous soyons parvenu, récemment, à dériver une substance amère d'un acide résineux non amer de la sandaraque, de telle sorte que nous devons reconnaître que ces substances sont aussi en rapport avec les corps résineux vrais.

Par contre, je considère comme complètement élucidée la présence de corps gommeux à côté des résines, par exemple dans les prétendues résines gommeuses. Comme la formation de la sécrétion s'opère dans la couche résinogène, et que celle-ci est constituée par une substance gommeuse ou muqueuse, dans tous les cas où la substance résinogène est conservée longtemps et devient molle (Ombellifères), la résine et la gomme coulent ensemble lorsque l'on coupe l'organe (résine gommeuse des Ombellifères) ; tandis que partout où la couche résinogène périt de bonne heure ou est dure (Conifères), on n'observe pas de mélange de gomme avec la résine (résine des Conifères). Cette substance gommeuse dérivant de la couche résinogène contient toujours des enzymes (gommase) : fait intéressant, qui indique peut-être que la transformation des substances résinogènes élaborées par les cellules dans la sécrétion a lieu avec le concours de ferments. Car, dans la couche résinogène, nous nous trouvons au foyer de la sécrétion, au laboratoire de la production de la résine. Je ne connais, d'ailleurs, aucun ferment végétal qui ne soit associé à une substance gommeuse. On est donc porté involontairement à cette conception qu'il s'agit ici de combinaisons et non de mélanges, et que les ferments végétaux sont peut-être des stades intermédiaires entre les corps albuminoïdes et les hémicelluloses. Tous donnent la réaction du pyrrol et celle du furfurol.

Il est particulièrement intéressant de voir une couche de la valeur d'une membrane fonctionner comme résinogène, car la membrane des cellules végétales a été, jusqu'à présent, plutôt méconnue dans ses fonctions, et, lorsqu'il s'agissait des fonctions chimiques de la cellule végétale, sacrifiée au profit du contenu cellulaire plasmatique. Il n'y a aucun doute que les principaux processus d'échanges ne se passent dans le contenu cellulaire ; mais que la membrane soit aussi capable de fonctions chimiques, c'est précisément ce que montre la couche résinogène. Celle-ci ne se rencontre toutefois qu'aux endroits où se trouvent déjà les « ornements intercellulaires » ; elle est donc surtout en rapport avec la substance intercellulaire, qui, comme je l'ai montré irréfutablement par de nouvelles recherches, intervient aussi en première ligne dans la formation du mucilage des Algues et de la pectine des fruits. Puisque la pectine dérive de la substance intercellulaire, je considère cette dernière chimiquement comme une *protopectine*.

Comme, partout où il y a une sécrétion, on trouve des membres du groupe des hémicelluloses, nous sommes de nouveau conduits à considérer les hydrates de carbone comme l'ultime source des sécrétions.

Ainsi s'éclaire peu à peu l'ombre ; nous voyons se découvrir quelques perspectives de la chimie physiologique des sécrétions, et par là se préciser un chapitre intéressant de la physiologie chimique de la cellule.

A. Tschirch,
Professeur à l'Université de Berne.

LE NOMADISME ET L'ÉMIGRATION EN BASSE-BRETAGNE[1]

Des phénomènes tels que le nomadisme et l'émigration sont peut-être les plus propres à montrer la connexion étroite qui unit les faits de morphologie sociale et de géographie physique. Par leur mobilité même, le nomade et l'émigrant révèlent qu'ils dépendent du sol. C'est le sol qui les disperse et qui les chasse. L'homme voudrait s'enraciner; ses instincts sociaux et ses besoins économiques l'y poussent également; s'il ne le fait pas, c'est que la terre lui est hostile[2]. Il ne peut s'affranchir de la sujétion des conditions naturelles qu'à condition de sortir de chez lui, et, dans le choix de son *centre d'attraction*, il recouvre, au moins pour une partie, l'exercice de sa liberté[3]; mais il n'est pas libre de quitter ou de ne pas quitter son *centre de dispersion*; c'est ce qui explique la régularité, la constance, la distribution géographique très nette des faits de nomadisme, d'émigration temporaire, d'émigration définitive, qui se modifient, non par soubresauts, mais par évolution régulière, avec l'aide du temps. Dans la Basse-Bretagne, que l'on pourrait regarder tout entière comme un centre de dispersion, ces faits sont très intéressants; ils ont beaucoup de valeur matérielle, car les *déracinés* temporaires et définitifs sont fort nombreux; ils ont aussi beaucoup de valeur morale, car ils constituent un des éléments de transformation de la race, et un des plus actifs.

I. — Le sol et l'homme.

A l'ouest du méridien de Saint-Brieuc, la presqu'île de Basse-Bretagne, qui est une des terres les plus peuplées de France (105 habitants au kilomètre carré), est aussi une des plus rebelles à l'effort humain. Elle est formée de roches anciennes, déchaussées et mises au jour par les érosions; ces roches dures se désagrègent en pierrailles infécondes, que recouvre un humus insuffisant et dépourvu de calcaire. Le sous-sol est constitué par des schistes non gréseux, des schistes gréseux et des granites. Les premiers, qui se décomposent assez vite et uniformément sous l'influence des agents atmosphériques, se développent au centre de la presqu'île dans le long et étroit bassin de Châteaulin, sorte de cuvette où se replient indéfiniment les lents cours d'eau du réseau de l'Aulne et du Blavet supérieur. Les schistes gréseux forment les crêtes allongées de la montagne d'Arrée et de la montagne Noire, où leurs dalles redressées et tranchantes percent en tant d'endroits la brousse de la lande. Les granites font au milieu des schistes de larges boursouflures, des « boutonnières », où des dômes arrondis dessinent sur le sol des moutonnements monotones; en outre, les deux côtes qui s'inclinent, au Nord vers la Manche, au Sud vers le golfe de Gascogne, côtes qui donnent deux exemples parfaits de *pénéplaines* régulièrement usées par l'érosion, sont aussi des tables de granite, découpées par d'étroites et profondes vallées où la mer remonte loin dans l'intérieur. Partout, sauf dans la presqu'île de Crozon et au fond des rades de Brest et de Douarnenez, le rivage présente à l'Océan une falaise basse de granite, dissociée en une poussière d'écueils.

A première vue, une pareille terre paraît impropre aux établissements humains; elle doit empêcher, semble-t-il, l'établissement d'une race nombreuse, ou, si une telle race parvient à s'y développer, il faut de toute nécessité que ses enfants essaiment d'un sol qui se prête mal à les nourrir. Les prairies normandes, les riches terres de la Vilaine et de la Loire, qui se trouvent si près du pays rocailleux et marécageux de Basse-Bretagne, accentuent encore par le contraste la pauvreté de la terre basse-bretonne, qu'il semble que les hommes devraient délaisser en masse. Et une étude superficielle ne pourrait expliquer le fait curieux que c'est, au contraire, cette terre si pauvre qui, tout en essaimant le plus ses enfants, est devenue la terre la plus peuplée de l'Ouest français; et non seulement c'est la plus peuplée, mais sa population croît toujours rapidement, tandis que les autres terres, douces à l'existence humaine, restent stationnaires ou se dépeuplent.

C'est que le sol de la Basse-Bretagne est plus varié et, par suite, plus hospitalier aux établissements humains qu'on ne le croirait au premier abord; c'est que, par lui-même et par la mer qui le pénètre de toutes parts, il offre des ressources

[1] La présente étude essaie de développer et de mettre au point un sujet que nous avons déjà esquissé dans le chap. X de notre livre sur la *Basse-Bretagne* (Paris, Société nouvelle de librairie et d'édition, librairie Cornély, 1907).

[2] Nous avons en vue uniquement les déplacements des populations rurales encore primitives comme celles de Basse-Bretagne. Pour les migrations des populations plus avancées, l'analyse des mobiles psychologiques et sociaux est plus complexe.

[3] Ce qui veut dire, bien entendu, que plusieurs voies se présentent à lui; pour le choix de celle qui lui convient, il n'est pas déterminé d'une manière moins rigoureuse que pour son *déracinement* proprement dit; mais les mobiles moraux ou économiques de cette détermination sont souvent individuels, et échappent, par conséquent, aux études de morphologie sociale.

que l'analyse de sa structure géologique ne laisse pas soupçonner; et c'est, aussi, que *le sol n'est pas tout*, même dans l'étude d'une population presque uniquement agricole : telle mauvaise terre verra croître ses ressources et ses colons d'une manière inespérée, si l'effort humain pour l'améliorer trouve des auxiliaires naturels soit dans le climat, soit dans les eaux, soit dans les amendements, soit dans l'appropriation à quelque culture spéciale.

Ces auxiliaires existent en Basse-Bretagne. Mais, ils n'existent que sur la côte, sur la lisière de l'*Ar-Mor;* c'est l'*Ar-Mor* qui en profite depuis longtemps, tandis que l'intérieur, l'ancien pays des bois ou *Ar-Coat*, où la vie humaine dépend plus étroitement de l'âpreté du sol, commence à peine à s'affranchir de cette sujétion.

Comment l'homme est-il parvenu à faire de l'*Ar-Mor* un logis habitable et presque confortable qu'il n'est guère tenté de quitter, tandis qu'il abandonne volontiers l'existence par trop précaire de l'*Ar-Coat?*

D'abord, il a été aidé par le sol lui-même dans l'utilisation d'une grande partie de la côte.

Les granites du nord de la Basse-Bretagne, entre Saint-Brieuc et Lesneven, sont recouverts d'alluvions récentes, qui rendent le sol meuble et facile à aménager, et qui, en tamisant les eaux de ruissellement, font disparaître les flaques stagnantes et les courants sauvages, si nombreux en d'autres endroits du pays. Pour qui vient de l'intérieur ou de l'extrême ouest, où la roche dure, la lande inféconde et le marais évoquent l'image d'une nature indomptée, c'est une sensation très nette de changement et d'adoucissement des conditions naturelles que donnent les pays de Lannion et de Tréguier, avec leurs champs de blé, leurs collines arrondies et presque effacées, leurs rivières calmes, leurs vallées en pente douce. C'est la région privilégiée entre toutes; c'est elle qui, vue d'abord par les voyageurs qui viennent du centre de la France et comparée par eux aux hautes landes pierreuses ou tourbeuses de l'Ar-Coat, leur a suggéré l'idée d'une côte bretonne exceptionnellement favorisée par rapport à l'intérieur, une « ceinture dorée », entourant un pays de pierres et de boue.

Sans doute, cette idée, prise au pied de la lettre, n'est pas exacte, et il s'en faut que l'Ar-Mor tout entier soit une terre comparable au Trégorrois. Cependant, il y a un agent physique favorable dont les effets bienfaisants sont ressentis par tout l'Ar-Mor : c'est le climat. Il est doux et humide, avec de faibles différences, sur le littoral entier, et, si la médiocrité de l'insolation ne permet pas le développement de cultures telles que la vigne, si même les céréales n'arrivent pas toujours à maturité d'une manière satisfaisante, beaucoup de cultures délicates, telles que les cultures maraîchères, sont favorisées par la température égale, par l'arrosage régulier, par la rareté des gelées, par la longueur relative des saisons intermédiaires. Si les figuiers se trouvent en pleine terre, non seulement à Roscoff, mais sur une quantité de points de la côte ouest, cette curiosité botanique n'est pas un fait isolé et sans portée, car c'est un des indices les plus frappants de la douceur et de l'égalité de température qui permettent à la Basse-Bretagne, non seulement de faire la culture maraîchère en plein champ, mais de la faire avec une avance notable sur beaucoup d'autres pays de production, et d'exporter ainsi des primeurs recherchées : nous verrons que, sur un des points les plus intéressants du pays, Roscoff et Saint-Pol-de-Léon, le mouvement commercial dérivé du climat est devenu lui-même la cause d'une émigration temporaire curieusement organisée, qui n'a aucun rapport avec les émigrations issues des centres de dispersion ordinaires[1].

Ce sont la mer et les vents marins qui donnent à l'Ar-Mor son climat égal et doux. C'est aussi la mer qui lui donne de quoi suppléer à la pauvreté du sol, même dans les pays d'alluvion de Lannion et de Tréguier, et, à plus forte raison, hors de ces pays, sur les granites dénudés qui baignent dans l'Iroise et dans le golfe de Gascogne. Car c'est la mer qui fournit à l'Ar-Mor l'engrais végétal et l'engrais calcaire, le *goémon* et le *maërl*. Les fucus flottants amenés au rivage, les goémons, conviennent à merveille aux terres légères et sablonneuses; les coquilles calcaires de Nullipores, qui constituent le maërl, s'emploient sur les terres plus lourdes à fond argilo-siliceux; l'un et l'autre engrais alternent donc sur le sol agricole de l'Ar-Mor, d'après la nature même de la terre et aussi d'après les cultures dominantes. Les grandes baies à fond de sable vasard, comme la baie de Morlaix, donnent le maërl; tous les rochers de la côte donnent les goémons. Aussi la part de la lande inutilisable est-elle très réduite sur tout le littoral, sauf dans la presqu'île de Crozon; peu à peu, l'homme a pu approprier ce sol, et, comme une bonification progressive produit beaucoup plus et rebute moins les efforts que le défrichement primitif, l'homme de la terre, sur l'Ar-Mor, est moins tenté de quitter son chez lui, où les ressources peuvent s'accroître assez facilement en même temps que la population.

En outre, si la terre se montre décidément trop ingrate, la mer offre un champ d'exploitation d'un revenu abondant. Il est vrai que ce revenu est aléatoire et irrégulier; mais l'exploitation de la mer ne se borne pas à la cueillette simple de ses produits; sur l'exploitation proprement dite sont

[1] Voy. Ch. III : *L'Émigration temporaire.*

venus se greffer les métiers de la mer, qui, en Basse-Bretagne, sont en grande partie des métiers d'État : les marins de l'Ar-Mor, liés au service public par l'inscription maritime et par les pensions de retraite, sont habitués, non seulement à une vie régulière, mais à une vie presque sédentaire, si surprenant que cela paraisse au premier abord. Ce n'est pas dans les villages de pêcheurs que l'on trouvera des centres de dispersion. Que gagnerait le marin à s'en aller? Il quitterait le certain pour l'incertain; il serait obligé d'abandonner l'assurance de sa demi-solde de retraite et les nombreux petits avantages que lui vaut l'inscription maritime. Aussi la population maritime a beau se multiplier et accroître jusqu'à 200, 250 et même 270 habitants la densité kilométrique de certaines parties du littoral : ni les marins, ni les paysans de la côte n'émigrent.

Cet ensemble de faits, qui concourt à enraciner à son sol une population pourtant très dense, ressort très nettement, et les connexions apparaissent d'une manière frappante, lorsqu'on choisit une région-type, où se trouvent réunies toutes les conditions nécessaires à l'amélioration de la vie humaine sur l'Ar-Mor, et par conséquent à la *sédentarité* de ses habitants (qu'on me pardonne ce barbarisme). Considérons la plaine d'alluvion qui s'étend au nord de Lesneven, de Kerlouan à Plouescat. Là vivent plus de 200 habitants au kilomètre carré, et ils y vivent, pour la plupart, bien mieux que 50 habitants, sur la même étendue de terrain, dans certains districts de l'Ar-Coat. Les flèches en pierre ajourée sont nombreuses à l'horizon; leur nombre même montre que les communes ne sont pas très étendues, ce qui conduit à penser que l'on ne trouve pas ici, entre les centres de groupement, ces marches incultes et désertes où les landes se déroulent à l'infini. Le morcellement du sol et la variété des cultures indiquent que la terre est utilisée de longue date et assouplie à plusieurs sortes de productions; mais c'est le froment qui domine, presque jusqu'à la lisière de mer. La côte, découpée et caillouteuse, avec ses fonds de roche, se prête bien à la pêche littorale, et notamment à la pêche des crustacés aux casiers. Très peu de chaumières du vieux type breton, entre Lesneven et Plounéour-Trez; au contraire, les maisons, dont beaucoup sont neuves et qui presque toutes sont récentes, montrent que le pays nourrit et abrite une population qui croît vite et qui ne cherche pas à quitter son lieu d'origine. Aux bourgs et dans les villages, aux jours de marchés et de fêtes, il est facile de distinguer l'élément marin, où les hommes sont coiffés de bérets, de l'élément paysan, qui a gardé le vieux chapeau à rubans de la Bretagne; mais il est visible aussi que ni les paysans, ni les marins ne sont dans la misère, et que, si de nombreux intérieurs sont encore extrêmement malpropres et peu confortables, cette négligence est due, non au manque de ressources, mais à la persistance d'habitudes anciennes chez une population dont l'instinct conservateur et traditionnaliste s'étend à tout. Marins et paysans sont presque tous propriétaires; le morcellement de la propriété a suivi les progrès de la population, et ces lopins de la terre côtière que possède chaque famille suffisent, malgré leur peu d'étendue, à fixer au sol la famille et ses descendants. Car la propriété du sol ne donne dans ce pays, au point de vue économique, qu'un appoint assez peu important aux ressources qui proviennent des métiers maritimes et agricoles; mais, au point de vue social, elle a pour conséquence la fixation de l'homme à la terre natale; le paysan et le marin tiennent à leur fraction d'hectare ou à leur hectare unique tout autant que si cet hectare était multiplié par cinquante ou par cent.

A trente ou quarante kilomètres à peine de la lisière surpeuplée de l'Ar-Mor, dans les hautes landes de l'Ar-Coat, la nature de la terre et le mode d'existence des hommes subissent des modifications profondes.

Comme nous l'avons déjà indiqué, le pays de l'Ar-Coat, à l'exception du long et étroit bassin de Châteaulin, se compose de roches dures, à fleur de sol, qui sont, soit des crêtes gréso-schisteuses très allongées (montagne d'Arrée et montagne Noire), soit des granites ondulés assez étendus en longueur et en largeur (plateaux de Quintin-Duault, de Guéméné-Pontivy, du Faouët, du Huelgoat). Ce sol semble avoir été tout entier, à l'état primitif, une brousse forestière, sauf les sommets de la montagne d'Arrée et de la montagne Noire, qui n'étaient qu'une lande rase et qui admettent à peine, aujourd'hui même, les plantations de pins. A l'exception de ces minces rubans stériles, le pays de l'intérieur justifiait donc son nom de pays des bois (Ar-Coat). Or, ainsi que le dit Ratzel, la forêt est, comme le désert, comme la haute montagne, comme la mer polaire, un des ennemis du peuplement humain : c'est un « vide dans l'œcoumène », et aussi un centre de dispersion pour les populations de la lisière forestière. Mais voici longtemps déjà que le sol rocailleux de l'Ar-Coat a cessé d'être une forêt : il a été, non pas défriché, mais déboisé; à la forêt a succédé, tantôt la culture pauvre, comme le seigle et le sarrasin, tantôt la lande utilisée comme pacage; les hommes se sont dispersés sur les granites et se sont établis en groupes serrés à la base des crêtes gréso-schisteuses. Toutefois, la colonisation de l'Ar-Coat présente, jusqu'à nos jours, un caractère incomplet et inachevé : les hommes qui l'habitent, et qui ne sont pas trop nombreux au

point de vue absolu de la densité kilométrique, ne peuvent s'y maintenir tous. Ici donc, comme sur l'Ar-Mor, il ne faut pas considérer uniquement la composition du sol : nous devons examiner s'il n'y a pas des agents physiques et sociaux d'une nature différente, qui empêchent l'homme de l'Ar-Coat de prendre racine sur son sol, de même que d'autres agents fixent sur la lisière maritime l'homme de l'Ar-Mor.

Une des conditions physiques les plus hostiles qui soient dans l'Ar-Coat, par comparaison avec l'Ar-Mor, n'est autre que le climat.

La distance de la mer, bien qu'elle ne soit nulle part supérieure à 85 kilomètres à vol d'oiseau, et l'altitude plus grande, bien que le point le plus élevé n'atteigne que 391 mètres, suffisent à donner aux terres de l'Ar-Coat un climat relativement rude, que caractérisent une pluviosité plus violente et moins également répartie, les gelées en hiver et au printemps, et la neige persistante d'hiver. Toutes proportions gardées, c'est un climat « continental » ou « extrême », en comparaison de la douceur et de l'égalité du climat de l'Ar-Mor. Si les différences relevées par les instruments d'observation, thermomètre, baromètre, pluviomètre, paraissent assez faibles, il ne faut pas oublier que, pour faibles qu'elles sont, ces différences suffisent à exclure de l'Ar-Coat toutes les primeurs de l'Ar-Mor, et par conséquent à supprimer à l'intérieur une des sources les plus certaines de richesse qui soient sur la côte. Au reste, les météorologistes savent bien que nos modes de notation sont encore insuffisants, et que, en Basse-Bretagne en particulier, le petit nombre des stations météorologiques et l'inexactitude des observations faites dans certaines d'entre elles ne permettent guère que de soupçonner l'importance des modalités climatiques qui agissent sur l'existence humaine. C'est un moyen assurément empirique et médiocre, que celui qui consiste à passer plusieurs saisons d'hiver et d'été dans l'Ar-Mor et dans l'Ar-Coat, pour comparer l'un et l'autre pays; cependant, si inférieur qu'il soit, l'emploi de ce moyen laisse dans l'esprit une impression assez frappante, et ne permet guère de douter de la réalité de faits que la science météorologique parviendra, dans l'avenir, à dégager et à chiffrer avec précision.

Les extrêmes du climat de l'Ar-Coat, rapprochés de l'imperméabilité du sol, de la raideur des pentes, du nombre assez grand des abrupts, et par contre de la présence des cirques d'érosion à fond plat (les *Toul*), indiquent à l'avance que les eaux de l'intérieur sont mal aménagées, et qu'elles sont tantôt sauvages, tantôt stagnantes, et presque toujours en excès. Tel est, en effet, un des grands obstacles à l'aménagement et à l'utilisation rationnelle de l'Ar-Coat : cet obstacle se traduit, sur le sol, d'une manière concrète, par l'intensité du ravinement et par l'abondance des pierrailles sur les pentes, par l'extension des landes marécageuses et des tourbières sur les horizons plats. En particulier, les vallées étroites et profondes et les *Toul*, ou cirques d'érosion d'origine, échappent à peu près à la culture régulière; vallées et *Toul* forment, non seulement des barrières de séparation entre les cantons ruraux, mais une multitude d'espaces vides pour le peuplement, des « anœcoumènes », dont chacun est redevenu en petit le centre de dispersion qu'était la brousse forestière originelle. L'eau, qui presque partout est l'adjuvant précieux et indispensable de la colonisation agricole, l'eau dont les rigoles naturelles de drainage déterminent, dans beaucoup de régions françaises, comme la Champagne et la Touraine, l'emplacement des groupements humains, est presque une ennemie pour le Breton de l'Ar-Coat, car elle existe très souvent en excès, parfois elle est insuffisante, et des régions entières, comme la partie centrale du bassin de Châteaulin, meurent de soif, — mais rarement ou plutôt jamais elle n'est aménagée par la nature de manière à faciliter l'existence du paysan. Tout au plus sa présence sur presque tous les points de l'Ar-Coat a-t-elle contribué à multiplier les petits groupements ruraux, et par conséquent à éparpiller et à isoler les uns des autres les hommes de la Basse-Bretagne intérieure, fait qu'il est possible de rattacher sans paradoxe à la variété et à la multiplicité des courants d'émigration.

L'effet de cette nature hostile se serait atténué, sans doute, si l'homme de l'Ar-Coat avait pu, comme celui de l'Ar-Mor, disposer d'une abondante réserve d'amendements naturels. Mais cette réserve n'existe pas dans l'Ar-Coat, et il est impossible aux paysans de l'intérieur d'utiliser les amendements de la côte. L'un, le goémon, n'est pas plus transportable, dans la pratique, que le fumier de ferme qu'il remplace sur l'Ar-Mor; il est donc à peu près inconnu dans l'intérieur du pays. L'autre, le maërl, ne se détériore pas au transport; mais il est très lourd et il revient fort cher de l'employer loin des lieux d'extraction. Ces obstacles à l'emploi des engrais marins étaient d'autant plus insurmontables que, jusqu'à une époque très récente, les cantons intérieurs de l'Ar-Coat étaient très difficilement accessibles : les grandes routes étaient mal tracées, trop accidentées et trop dures; la vicinalité n'existait qu'à l'état embryonnaire. Le paysan de l'Ar-Coat demeurait donc impuissant à améliorer sa terre rebelle. Avec les routes et les chemins de fer, les phosphates ont commencé à se répandre dans le pays; mais il faudra plusieurs

générations pour que la dureté de la nature primitive soit, sinon effacée, du moins assez atténuée pour retenir au sol une partie des ruraux qui délaissent aujourd'hui les champs de l'Ar-Coat. Encore convient-il d'ajouter que cet effet de l'amendement progressif du sol sera probablement détruit par la substitution de l'élevage à la culture. L'élevage du cheval et du bœuf est plus productif et convient mieux que la culture des céréales aux terres humides de Basse-Bretagne; mais aussi il exige moins de bras, et il est à prévoir que son triomphe sera accompagné d'un nouvel exode rural, comme en Normandie et dans les comtés agricoles de l'Angleterre.

Dans l'état présent, partout où l'élevage n'utilise pas la lande, dont l'étendue ne diminue, grâce à lui, qu'avec beaucoup de lenteur, l'Ar-Coat est une terre de seigle, d'avoine et de sarrasin; mais il n'est nulle part une terre à blé. Il ne connaît guère les autres sources de richesse propres aux terres de l'Ouest : c'est ainsi que le pommier à cidre commence seulement de nos jours à se répandre dans l'intérieur de la Basse-Bretagne. C'est encore une terre fruste, qui ne manque pas d'avenir, car la technique agricole est capable de triompher de bien d'autres difficultés que celles où se heurte l'établissement humain dans l'Ar-Coat; mais, pour le présent, l'Ar-Coat ne peut nourrir d'une manière suffisante les hommes qui y vivent en groupes assez denses; aussi les hommes en sortent-ils, soit pour un temps, soit pour toujours, et leurs centres de dispersion coïncident avec les parties les plus infertiles du pays.

Essayons, comme pour l'Ar-Mor, de donner à ces analyses une forme concrète en décrivant une ou plusieurs régions particulières que l'on peut regarder comme des régions-types. Il faut distinguer dans les centres de dispersion, comme nous l'avons vu, les centres granitiques et les centres gréso-schisteux. Comme type des premiers, considérons la région comprise entre Maël-Pestivien, Saint-Nicolas-du-Pélem et Kergrist-Moëlou, sur le plateau de Quintin-Duault, à l'extrémité sud-ouest des Côtes-du-Nord. Pays relativement élevé (entre 280 et 300 mètres) : l'horizon monotone se termine de toutes parts par les moutonnements du granite, où la terre, parfois percée par la roche, est extrêmement maigre sur les dômes, et où les eaux séjournent en petites tourbières ou en landes marécageuses dans les creux de forme indécise, entre les boursouflures du sol. Les champs cultivés sont petits et clairsemés, les landes sont immenses. Les centres de groupement sont fort éloignés les uns des autres; les communes ont une grande étendue; on peut marcher des heures sans rencontrer un bourg, et même sans voir une flèche à l'horizon. Rien de plus pauvre que les villages, avec leurs maisons basses et petites aux minuscules ouvertures, la malpropreté de leurs abords, leur odeur spéciale du feu de bruyère et de tourbe, le seul combustible dans ce pays déboisé. Lorsqu'on rapproche du manque visible de ressources la multitude des enfants qui peuplent les abords des bourgs, des villages et même des maisons isolées, il est impossible de méconnaître la nécessité de l'émigration pour les gens de cette contrée, si faibles que soient leurs besoins. Ajoutez qu'ils ne possèdent même pas le sol où ils vivent : ils sont fermiers pour la plupart, et fermiers de grands propriétaires fonciers

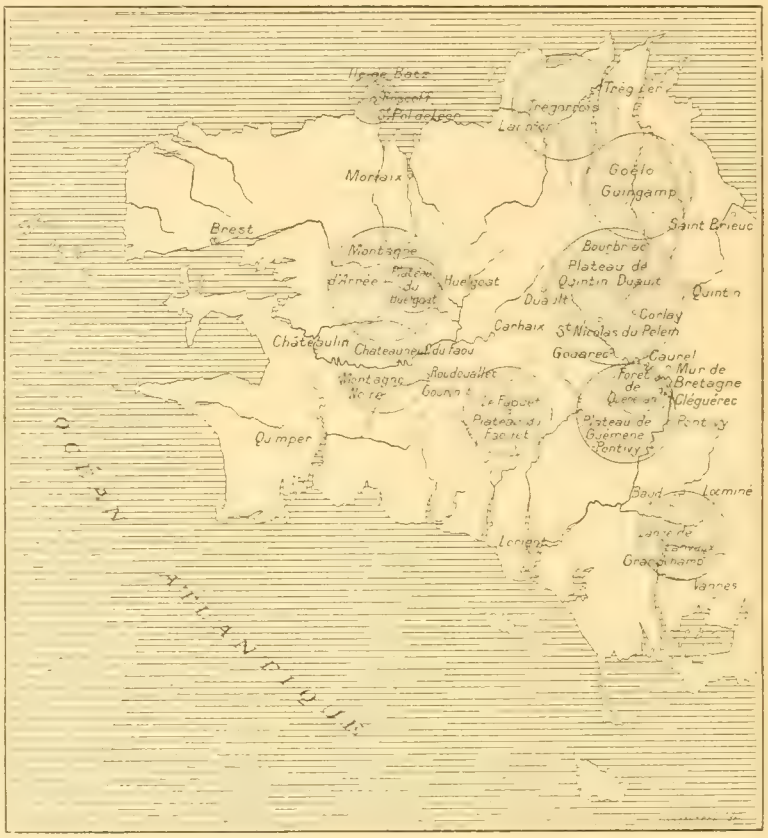


Fig. 1. — *Centres de dispersion en Basse-Bretagne.*

qui tiennent des communes entières; leur situation sociale est donc aussi humble et aussi subordonnée que leur situation économique, et ils ne peuvent, dans l'état présent des choses, s'élever eux-mêmes en améliorant leur pays.

Un peu différente en ce qui regarde l'état social, la situation des gens de la *Montagne* gréso-schisteuse, tels que ceux de Bouillard et de Pennerguès dans l'Arrée, commune du Cloître (Finistère), n'est guère moins âpre ni moins dure. Ici le caractère désertique s'accentue encore; sur les crêtes proprement dites, il n'y a ni cultures, ni habitations; l'exploitation du sol cesse, aux rochers du Cragou (268 mètres), vers 170 ou 190 mètres d'altitude, et, jusqu'au sommet, il n'y a plus qu'une lande à peine utilisable pour la pâture et dépourvue de chemins tracés. Les habitants se pressent en groupes assez nombreux dans les zones inférieures, à la naissance des vallées, où la pente est moins dure et le sol un peu plus meuble. Cultivateurs de seigle et de sarrasin, comme les gens des plateaux granitiques, et, comme eux, éleveurs de petites et robustes races de bœufs et de chevaux, les habitants de l'Arrée sont un peu plus fixés à leur sol, car ce sol, ils le possèdent eux-mêmes : depuis longtemps, toute féodalité terrienne a disparu chez eux. Mais la médiocre *extensibilité* des ressources directement utilisables agit en Montagne-d'Arrée, comme sur le plateau granitique de Quintin-Duault, pour déterminer l'exode d'une partie de la population. Le défrichement s'est heurté aux crêtes trop dures, à l'absence des amendements, au manque de capitaux; il n'avance plus guère, et la terre cultivée jusqu'à maintenant ne suffit pas à nourrir une population toujours croissante, dont le nombre fait que l'on constate avec surprise la présence de gros hameaux, tels que Bouillard, en pleine Montagne d'Arrée, entre les marais tourbeux et les crêtes gréso-schisteuses, loin des horizons fertiles.

Ainsi, le tableau des régions gréso-schisteuses et granitiques de l'Ar-Coat coïncide avec le tableau des centres de dispersion. Il n'est pas de pays où les faits sociaux s'adaptent plus exactement aux conditions naturelles. L'étude de la carte nous donne les centres suivants, où nous nous proposons d'analyser les différentes formes d'émigration :

1° Le *plateau granitique de Quintin-Duault*, comprenant, en tout ou en partie, les cantons de Quintin, Bourbriac, Callac, Saint-Nicolas-du-Pélem et Corlay (Côtes-du-Nord);

2° La *crête gréso-schisteuse de Quénécan* (cantons de Gouarec et Mur, Côtes-du-Nord);

3° Le *plateau granitique de Pontivy-Guéméné* (cantons de Pontivy, Cléguérec et Guéméné, dans le Morbihan);

4° Le *plateau granitique du Faouët* (canton du Faouët, Morbihan);

5° La *crête gréso-schisteuse de la Montagne Noire* (cantons de Gourin, dans le Morbihan, de Châteauneuf, Briec et Pleyben, dans le Finistère);

6° La *crête gréso-schisteuse d'Arrée et le plateau granitique du Huelgoat* (canton du Huelgoat et partie de Pleyben, Finistère);

7° Le *plateau granitique de la lande de Lanvaux* (cantons de Baud, Locminé, Pluvigner et Grand-Champ, dans le Morbihan).

II. — Première phase des exodes : le nomadisme.

Aujourd'hui, les hommes que la faim chasse de chez eux s'en vont, le plus souvent, dans une direction déterminée et adoptée après réflexion : ils partent pour le pays où il y a du travail et des ressources, pour le pays où la facilité de la vie promet aux foules indigentes une existence meilleure. Un émigrant temporaire ou définitif, s'il ne sait pas toujours *ce qu'il va faire*, sait du moins *où il va*. Comme l'émigrant italien, hongrois ou slave, qui s'embarque pour New-York à Anvers, à Rotterdam ou au Havre, l'ouvrier agricole breton qui prend le train à Morlaix, à Guingamp ou à Loudéac connaît sa destination. Les « errants sans but » sont devenus rares; tombés dans le vagabondage individuel, leur sort dépend plutôt d'eux-mêmes que de l'organisation économique et sociale de leur pays; leur existence intéresse non la géographie générale et la sociologie appliquée, mais uniquement la police. Tout émigrant véritable a un but. Ce qui a donné à l'émigration ce caractère définitif, c'est le progrès des communications matérielles (routes, chemins de fer, services de paquebots); c'est aussi, et peut-être surtout, le progrès des communications intellectuelles (lettres, journaux, avis, réclames et prospectus des sociétés financières et industrielles). Plus ces communications sont parfaites, plus les courants d'émigration tendent vers la stabilité et vers la simplicité. Mais, en Basse-Bretagne, il s'en faut que la circulation soit, dès aujourd'hui, en possession de tous ses moyens : ni les routes, ni les chemins de fer existants ne sont en rapport avec la densité de la population et même avec la superficie du pays. Nous avons calculé que, dans le Finistère, il n'y a que 359 mètres courants de chemins vicinaux par kilomètre carré, tandis que la moyenne de la France atteint 493 mètres; le même département n'a que 3.100 mètres de chemins pour 1.000 habitants, contre 6.400 mètres par 1.000 habitants dans l'ensemble de la France[1]. La circulation intellectuelle est encore plus mal pourvue dans ce pays de Basse

[1] C. Vallaux : *La Basse-Bretagne*, chap. XI, p. 295.

Bretagne, pays d'illettrés qui, malgré vingt-cinq ans d'instruction primaire obligatoire, fournit au recrutement de 10 à 15 °/₀ de conscrits tout à fait ignorants, et dont le dialecte ou plutôt les dialectes celtiques accroissent l'isolement intellectuel et moral. Aussi n'est-il pas étonnant qu'à côté de l'émigration moderne se maintiennent jusqu'à nos jours, sur certains points, des *survivances* d'anciens modes d'émigration qui rendent les exodes bretons curieux à étudier entre tous : nous voulons parler des différentes formes du *nomadisme*.

Le *nomade* se distingue de l'émigrant en ce que le premier ne sait pas exactement *où il va*; en général, au reste, il ne va pas bien loin; il tourne toujours dans le même cercle et semble craindre d'affronter des pays tout à fait nouveaux; le nomade de Basse-Bretagne ne quitte guère les régions de langue bretonne. Mais le nomade sait parfois mieux que l'émigrant *ce qu'il va faire* : il y a, pour certains métiers, un nomadisme professionnel très nettement défini. En dehors du nomadisme professionnel, les nomades, qui n'errent évidemment pas pour leur plaisir et qui ne cherchent qu'un sol où prendre racine, peuvent présenter des cas de *fixation temporaire*, d'autant plus intéressants que ces fixations fournissent des points de repère certains pour la localisation de faits difficiles à étudier.

Le nomadisme, tel qu'il existe encore sur quelques points de la Basse-Bretagne, se divise nettement en deux catégories : le *nomadisme irrégulier* et le *nomadisme professionnel*.

§ 1. — Nomadisme irrégulier.

Les nomades irréguliers représentaient, dans l'ancienne Basse-Bretagne, l'excédent de la population purement rurale, composé de gens qui n'avaient pas un pouce de terre à eux et qui ne parvenaient pas à louer leurs services dans leur pays d'origine. Pourtant, ils n'étaient point réduits à la pure mendicité. Ils trouvaient moyen de vivre en errant de canton en canton, de paroisse en paroisse, où ils occupaient çà et là, pendant un temps plus ou moins long, des terres à peu près vacantes et sans maître. Ces nomades ruraux s'appelaient les *pentyer*. Il serait impossible de comprendre leur existence sans analyser de près les conditions physiques et économiques des centres de dispersion de Basse-Bretagne. Les « anœcoumènes », soit gréso-schisteux, soit granitiques, surtout les derniers, sont des pays de *grandes propriétés*, de *landes*, de *terres vaines et vagues*. Ces trois modalités sociale, naturelle et juridique de la terre ont entre elles une étroite connexion. C'est sur les lisières en landes des grandes propriétés que se trouvaient les terres *vaines et vagues*, aujourd'hui en grande partie disparues. Ces terres étaient des zones, toujours fort ingrates, qui avaient rebuté et découragé la colonisation à un tel point que personne ne s'était soucié d'acquérir ou de conserver, sur de si mauvais lambeaux de sol, des titres de propriété durables. Elles étaient tombées à la longue dans le domaine commun; ceux qui les revendiquaient plus tard n'avaient pas de titre pour justifier leurs prétentions. C'étaient donc des champs tout prêts pour l'activité rudimentaire et intermittente des nomades, les *pentyer* agriculteurs sans capitaux, sans moyens, sans outils, travailleurs primitifs nichés, eux et leurs familles, sous des huttes, et un peu semblables aux premiers *free selectors* qui ont défriché les districts pastoraux de l'intérieur australien, avec cette différence que les *free selectors* avaient des titres de concession qui leur permettaient de s'enraciner, tandis que les *pentyer* n'en avaient pas.

Le nomadisme irrégulier s'est donc développé surtout sur les dômes granitiques où la grande propriété a régné sans partage jusqu'à nos jours, et, en particulier, sur les plateaux de Quintin-Duault, de Pontivy-Guéméné et de Lanvaux, dans la partie orientale de la Basse-Bretagne. Il a diminué et disparu en même temps que les terres vaines et vagues, qui, aujourd'hui, sont presque toutes devenues propriétés individuelles, depuis la loi des 22-27 août 1792, et surtout depuis celle du 6 décembre 1850. Cependant, quelques groupements ruraux, d'instinct et d'allures presque anarchiques, ont conservé les habitudes sociales et économiques des anciens *pentyer* dont ils perpétuent le souvenir. On peut étudier un de ces groupes, le plus curieux peut-être, à Coët-Coët, épars de la commune de Guénin, canton de Baud (Morbihan), à l'extrémité nord des crêtes granitiques de Floranges et de Lanvaux, entre le Taran et l'Evel : région-limite où s'arrête la zone de grande propriété de Baud et de Locminé, où s'arrêtent aussi les granites et les schistes cristallins pour faire place, dans la direction du nord, aux schistes argileux.

Construites misérablement en bois, en torchis et en plaques de zinc, couvertes en chaume, comme beaucoup de maisons rurales du pays de Locminé, les huttes de Coët-Coët abritent une cinquantaine de familles dont les chefs n'exercent d'une manière continue aucune profession définie. Ils cultivent quelques bouts de champ autour de leurs villages; ils sont, pour ces terres, dans l'état d'occupants sans titre. En outre, ils exercent de temps à autre des professions comme celles de charpentier et de maçon, qui leur servent de prétextes pour courir la campagne et pour trouver de nombreuses occasions de maraude. Car ils sont avant tout maraudeurs : placés depuis plusieurs générations en marge de la propriété et du travail réguliers, ils se sont habi-

tués à mettre en coupe réglée les campagnes voisines. L'impunité leur est assurée par l'isolement et par la passivité du paysan breton, et surtout par la défiance de celui-ci à l'égard de la police et de la gendarmerie, qu'il ne veut pas mêler à ses affaires, même quand il est durement molesté. Au reste, les maraudeurs de Coët-Coët sont assez bien organisés pour se faire craindre : ils ont des maisons de recel à Locminé et exploitent régulièrement les nombreuses foires du pays. Ce groupe de nomades commence cependant à sortir de son ancienne anarchie : la discipline sociale a fait sa première conquête à Coët-Coët par l'établissement de l'état civil, autrefois ignoré dans ce coin sauvage du Morbihan.

De nos jours, les associations de nomades comme celles de Coët-Coët sont rares en Bretagne ; mais une analyse détaillée ferait connaître qu'elles se trouvent toutes sur des régions-limites comme la commune de Guénin, sur les lisières autrefois *vaines et vagues* des pays de grande propriété.

§ 2. — Nomadisme professionnel.

Pour comprendre l'importance en Basse-Bretagne du nomadisme professionnel, il ne faut pas oublier le mode de répartition des habitants et la difficulté des communications dans les districts de l'intérieur. Non seulement les communes sont très vastes, mais la plus grande partie de leur population vit hors des bourgs, qui n'offrent presque aucune ressource. Notamment, quelques-uns des métiers nécessaires même à une existence aussi simple que celle du paysan bas-breton, comme les métiers de couvreur, de charpentier et de maçon, sont fort mal représentés ou ne le sont pas du tout dans les chefs-lieux de groupement, et le paysan, qui vit au reste à de grandes distances du bourg (souvent à 5, 6 et même 8 kilomètres), dans son petit village ou dans sa ferme isolée, ne songe guère à demander les secours nécessaires à son existence à ce bourg qu'il n'atteint que malaisément, par des chemins encaissés et coupés de fondrières pendant neuf mois sur douze. Aussi attend-il que les compagnies de travailleurs ambulants, qu'il n'aime guère, mais dont il ne peut se passer, viennent chez lui pour les besognes nécessaires. De là, ce caractère nomade de tant de corps de métiers bas-bretons : couvreurs d'ardoises de la Roche-Derrien, tailleurs en habits du Trégorrois et de la Cornouaille, carriers et maçons venus des carrières de granite de l'intérieur. Il est certain que, comme le nomadisme irrégulier, mais pour des raisons différentes, le nomadisme professionnel est en voie de décliner et de disparaître : nous assistons maintenant aux dernières phases d'un état social auquel la Basse-Bretagne a dû toute la partie vraiment spontanée et originale de sa littérature celtisante, puisque cette littérature est purement orale et consiste en chansons colportées par les nomades. C'est le développement de la vicinalité qui, en facilitant les relations et en augmentant l'influence des villes sur la campagne bretonne, portera le coup de grâce au nomadisme professionnel.

C'est ainsi que diminue en nombre, d'année en année, l'intéressante corporation des *pillaouer* ou chiffonniers, hommes et femmes, qui venaient autrefois en très grand nombre de leur centre de dispersion principal, le plateau granitique du Huelgoat, pays pauvre, à la population clairsemée, d'où ils essaimaient vers les terres relativement riches et bien peuplées du Léon et de la Cornouaille. Ils étaient originaires des communes de la Feuillée, de Botmeur et de Brennilis ; aujourd'hui, la première de ces communes n'en donne plus aucun, et de la seconde il n'en vient guère ; c'est à Brennilis, c'est-à-dire à 40 kilomètres carrés environ, que se réduit le centre de dispersion qui en comprenait autrefois 144, toute l'étendue du plateau granitique du Huelgoat. Ces « montagnards », comme on les appelait, quoique aucun ne vînt de la Montagne d'Arrée proprement dite, sont appelés sans doute à disparaître tout à fait, avant qu'il soit longtemps, des routes de la Bretagne occidentale.

Cependant, il y a des professions où le nomadisme, appuyé sur des bases plus solides, semble devoir se perpétuer longtemps encore. Ces professions sont les métiers de la forêt (fabrication de sabots et de charbon de bois), qui prennent dans la Basse-Bretagne, très peuplée et très peu boisée, une importance particulière. Si l'on excepte les plantations récentes de pins, qui n'ont d'autre but que de fournir des poteaux de mines à l'exportation pour l'Angleterre, ce qui reste de la forêt basse-bretonne est nettement localisé sur les plateaux granitiques, en particulier sur leurs bords, où les bois forment au-dessus des basses terres voisines une lisière verdoyante. Telle est la situation *en couronne* de la forêt de Duault, à l'ouest du plateau de Quintin-Duault, des bois du Huelgoat, à l'est du plateau du Huelgoat, des forêts de Coatloc'h et de Cascadec, aux bords de la « boutonnière » du Faouët, des bois de Lanvaux, de Camors et de Floranges, sur le bord septentrional de la crête granitique de Lanvaux. Les métiers de la forêt sont assez groupés sur ces points pour qu'il y ait des communes forestières où dominent les bûcherons, les sabotiers et les charbonniers, ou tout au moins des villages peuplés presque uniquement de forestiers : par exemple, les communes de Locquenvel et de Duault (Côtes-du-Nord), et de Camors (Morbihan).

C'est pour la fabrication aussi bien que pour la

vente de leurs produits que sabotiers et charbonniers sont contraints au nomadisme. L'exploitation d'une coupe retient les sabotiers sur le même terrain, en moyenne, pendant deux ans, au cours desquels ils vivent de la manière la plus primitive, à la façon des premiers exploitants du Far West américain, sous des huttes en branchages dont la plus grande sert d'atelier à une communauté de chefs de famille. Ces villages temporaires existent notamment à Duault, au Huelgoat, à Floranges et à Camors. Puis, en certaines saisons, ceux des sabotiers qui n'ont pas de relations avec les marchands en gros sortent de leurs forêts pour courir les pays déboisés, comme le Léon et le Trégorrois, où ils écoulent directement leurs produits. Ce sont les conditions naturelles et économiques elles-mêmes qui leur imposent le nomadisme; mais à leur nomadisme, différent des autres sous ce rapport, la misère n'est pas nécessairement attachée : car les errants des métiers forestiers, bien loin de figurer parmi les plus indigents des travailleurs bretons, sont peut-être ceux qui ont la vie matérielle la plus facile et les salaires les moins maigres.

III. — Deuxième phase : l'émigration temporaire.

A mesure que s'est construit le réseau des routes et des voies ferrées, aux divagations incertaines et localisées des nomades s'est substituée, dans la classe rurale, l'émigration temporaire, qu'il ne serait pas exact de prendre, au moins en Basse-Bretagne, pour un signe de complète indigence. Elle indique plutôt, semble-t-il, sinon le bien-être commençant, du moins des aspirations vers le bien-être qui ne peuvent se développer chez l'homme qu'à condition que le bien-être se rapproche de ses mains et de ses yeux et lui paraisse accessible. A l'exception des nomades qui constituaient vraiment des classes particulières, les Bas-Bretons des anciens jours n'avaient même pas l'idée de chercher régulièrement hors de chez eux, pendant quelques mois, du travail payé : ils réglaient leur consommation, d'une manière exclusive, sur leur production locale, et nous savons combien cette production était étroite. Elle ne s'est guère élargie, jusqu'à maintenant, dans les districts ruraux de l'Ar-Coat; elle ne suffit plus aux hommes, qui vont chercher ailleurs l'indispensable complément de nourriture et de bien-être. Aussi les gens qui émigrent ne sont-ils pas toujours de simples manœuvres sans feu ni lieu : ce sont souvent de petits fermiers, de petits propriétaires même, qui laissent derrière eux pendant trois ou six mois, pour soigner leurs terres, leurs femmes et les membres adultes de leurs nombreuses familles : le gain acquis au loin sert à grossir le budget et aide à payer le fermage et les impôts.

Il n'en demeure pas moins vrai que ce sont les régions les plus stériles, parmi les anciens « anœcoumènes » bas-bretons, qui sont témoins, chaque printemps, de l'exode en masses profondes des ouvriers agricoles. Au point de vue de l'émigration temporaire rurale, toute la partie orientale de la Basse-Bretagne intérieure, entre les méridiens de Morlaix et de Saint-Brieuc, n'est qu'un grand centre de dispersion; mais ce sont toujours les plateaux granitiques et gréso-schisteux qui sont les principaux foyers, au nombre de cinq : le plateau granitique de Quintin-Duault, la crête gréso-schisteuse de Quénécan, le plateau granitique de Pontivy-Guéméné, le plateau granitique du Faouët, et les landes micaschisteuses et granitiques de Lanvaux.

Du centre de dispersion oriental, les émigrants partent vers deux directions principales. Les uns vont à Jersey, les autres en Beauce, en Normandie et aux environs de Paris.

A ces deux ordres de faits essentiels il convient d'en ajouter un troisième au titre de l'émigration temporaire : c'est l'émigration roscovite. Mais, comme nous l'avons indiqué au chapitre I de la présente étude, l'exode des gens de Roscoff et de Saint-Pol de Léon, où n'existe du reste aucun centre de dispersion véritable, est guidé par des mobiles très différents et présente de tout autres caractères. Cependant, lui aussi se rattache d'une manière très étroite aux conditions physiques et économiques de la vie humaine en Basse-Bretagne : aussi ne doit-il pas nous échapper.

§ 1. — Emigration à Jersey.

L'émigration à Jersey a pour but essentiel l'arrachage des pommes de terre, de fin mai à fin juillet. Quoique l'île anglo-normande soit très peuplée et ne manque pas de main-d'œuvre, les salaires y sont assez élevés, et les propriétaires jersiais aiment mieux faire appel aux ouvriers bretons, qui demandent peu et travaillent dur. C'est la seule émigration par voie de mer qui se fasse en Bretagne, et elle n'a lieu par mer que parce qu'elle est impossible autrement. Le fait est digne de remarque : le paysan de Basse-Bretagne, de cette presqu'île dentelée au développement côtier si riche, le paysan de cette contrée que l'on est si porté à regarder comme essentiellement maritime, non seulement ignore la mer, mais ne sort jamais de chez lui par voie de mer, sauf dans les cas très circonscrits des émigrations jersiaise et roscovite. Les regards du Bas-Breton sont tournés presque exclusivement vers les terres de l'Est. La fortune, pour lui, est à l'Est; elle n'est ni sur l'Océan, ni au delà de l'Océan. Les marins de l'Ar-Mor, établis à

demeure sur la lisière littorale, stables et même casaniers, empêchent en quelque sorte les paysans de la Basse-Bretagne intérieure de communiquer avec la mer et avec les voies de circulation maritime. Il faut remarquer que, les services de cabotage mis à part, aucune ligne de navigation importante ne se rattache aux ports de Basse-Bretagne.

Les émigrants temporaires pour Jersey s'embarquent soit au Légué, port de Saint-Brieuc, sur les vapeurs de la ligne régulière de Saint-Hélier, soit à Tréguier sur de petits voiliers. Un certain nombre viennent, non des centres de dispersion ordinaires, mais des riches pays du Trégorrois, du Lannionais et du Nord du Goëlo (environs de Guingamp). Cela s'explique par deux raisons : la protubérance que fait le pays de Tréguier au nord de la Basse-Bretagne est la partie du pays la plus rapprochée de Jersey; en outre, comme nous l'avons dit, l'émigration temporaire moderne, qui a des cadres plus larges que l'ancien nomadisme, ne dépend pas entièrement de la stérilité des cantons d'origine et de l'indigence des hommes. Aussi n'est-il pas étonnant que le ruban côtier qui va d'Etables à Plestin-les-Grèves, dans les Côtes-du-Nord, voie partir tous les ans des ouvriers agricoles pour Jersey : c'est la seule partie de l'Ar-Mor d'où essaiment un certain nombre de ruraux.

Mais ce sont toujours les centres de dispersion fixés par la nature qui fournissent la plus grande part des émigrants jersiais. Ces émigrants viennent des deux centres les plus rapprochés de Jersey et de la région intermédiaire du Trégorrois : ce sont le plateau de Quintin-Duault et la « montagne » de Quénécan. Les cantons de Bourbriac, de Callac, de Saint-Nicolas-du-Pélem, de Gouarec et de Mur envoient de nombreux manœuvres dans l'île anglo-normande. On peut fixer la limite méridionale de l'émigration, au delà de laquelle on ne trouve que des partants isolés, aux environs de Silfiac, de Perret et de Cléguérec, sur les frontières du Morbihan et des Côtes-du-Nord.

Le travailleur agricole de Jersey rapporte d'un mois et demi de travail, environ, une somme de 150 à 200 francs. Par rapport aux taux moyens des salaires agricoles en Bretagne, qui ne sont guère que de 1 franc ou 1 fr. 20 par jour pour l'ouvrier des champs non nourri, le travail de Jersey est réellement lucratif. Il n'est pas étonnant que l'émigration jersiaise s'étende peu à peu et fasse tache d'huile vers l'intérieur du pays.

§ 2. — Émigration en Beauce, en Normandie et aux environs de Paris.

Cette seconde émigration a des buts plus variés, et ses zones d'origine, comme ses zones d'aboutissement, sont plus étendues. Les travailleurs partent au printemps pour les foins et pour la moisson; ils demeurent cinq ou six mois hors de chez eux. Ils utilisent les deux grandes voies ferrées de Basse-Bretagne, Brest à Rennes et Brest à Nantes, où les compagnies de chemin de fer les transportent à prix très réduits. On signale leur présence, en grand nombre, dans les départements de l'Orne, de l'Eure, de Seine-et-Oise, du Loiret et d'Eure-et-Loir. Il est à remarquer que pour l'Eure, en particulier, les Bas-Bretons ont appris depuis assez longtemps le chemin de ce pays. Au commencement de l'ère de la grande industrie, vers 1840, quand l'abondance du travail lucratif dans les usines de la Seine-Inférieure dépeupla les campagnes de l'Eure, il y eut une tentative de colonisation rurale officielle, en Normandie, au moyen des paysans bretons. Aujourd'hui, grâce à l'emploi des machines, les *latifundia* de l'Eure n'ont besoin d'une main d'œuvre abondante que lors des foins et de la moisson : aussi l'émigration est-elle devenue strictement temporaire.

Ce sont tous les centres de dispersion de la Basse-Bretagne orientale qui prennent part à l'exode vers la Beauce et vers la Normandie. Dans le canton de Guéméné-sur-Scorff, les partants s'élèvent presque au *tiers* de la population ouvrière agricole (environ 30 %). Avec des différences assez faibles, cette proportion se retrouve à peu près, du nord au sud, dans tous les cantons situés entre Guingamp et Pluvigner, tels que Bourbriac, Quintin, Saint-Nicolas-du-Pélem, Gouarec, Pontivy, Baud et Locminé. A mesure qu'on avance vers l'ouest, la proportion des partants diminue : on trouve encore de 5 à 10 % sur les plateaux du Huelgoat, sur les crêtes orientales de la Montagne-Noire et de la montagne d'Arrée; mais à l'extrême ouest du Finistère, l'émigration disparaît entièrement, surtout dans le Léon, où l'on ne connaît même pas les voyages d'été des ouvriers agricoles.

Les ouvriers ruraux bas-bretons rapportent chez eux, à la fin d'août, une somme de 300 à 400 francs, qui représente pour beaucoup d'entre eux la moitié et même les deux tiers de leurs ressources annuelles. C'est la provision qui leur permet de traverser sans trop de souffrances le long et pluvieux hiver de Basse-Bretagne. Sur des proportions beaucoup plus modestes, leur émigration rappelle celle des ouvriers italiens, qui fauchent les moissons de l'Argentine et reviennent tous les ans au pays.

§ 3. — Émigration roscovite.

A Roscoff et à Saint-Pol-de-Léon, nous assistons à un spectacle très différent. Le Roscovite ne ressemble en rien aux pauvres diables isolés qui partent les mains vides, et qui vont louer leurs bras dans les fermes des pays riches : c'est un commer-

çant qui fait tous les ans campagne pour vendre ses produits. Sur une étendue de 4.000 hectares seulement, le district maraîcher de Roscoff et de Saint-Pol produit en très grande abondance les oignons, les artichauts, les choux-fleurs, la pomme de terre, les brocolis ou choux-fleurs d'hiver. Ces produits sont tous des primeurs par rapport aux cultures maraîchères analogues de la Grande-Bretagne et de l'Irlande : leur avance est d'un mois ou d'un mois et demi. Aussi sont-ils vendus à de très bonnes conditions sur les marchés du Royaume-Uni; depuis que la navigation à vapeur permet un transport rapide et économique, les produits de Roscoff sont jetés en quantités croissantes sur les quais des villes anglaises, bien qu'une très grande partie des denrées sortent encore par voiliers. Les Roscovites ont pris l'habitude, non seulement d'accompagner leurs cargaisons, mais de demeurer en Angleterre pendant la période active de la vente, c'est-à-dire de la mi-juillet à la mi-décembre. Mais cette émigration n'a pas le caractère anarchique et individuel des autres exodes. Elle est organisée en *compagnies* commandées par des chefs; chaque compagnie comprend 20 vendeurs environ. Les partants sont au nombre total de 1.200 à peu près, ce qui fait tous les ans une soixantaine de compagnies, qui se dispersent pour la vente des oignons, en particulier, dans les ports du sud de l'Angleterre et du pays de Galles. Le succès de ces opérations détermine aujourd'hui les compagnies roscovites à étendre leur commerce : elles trafiquent, non seulement des produits de Roscoff, mais des produits similaires qu'elles trouvent sur les côtes britanniques. Actifs, industrieux, parlant bien l'anglais pour la plupart, les vendeurs de Roscoff rapportent de leurs cinq ou six mois de campagne une somme de 600 francs environ : c'est la plus lucrative des émigrations bretonnes.

Tous les vendeurs roscovites ne sont pas exclusivement originaires de Roscoff. Le succès et l'extension du commerce des produits maraîchers déterminent un nombre de plus en plus grand de gens de l'intérieur à se joindre aux compagnies d'Angleterre. Sur les 1.200 vendeurs, on n'en compte guère que 400 qui aient leur domicile à Roscoff; les autres viennent, individuellement ou par très petits groupes, de Saint-Pol-de-Léon et des campagnes voisines; mais un nombre croissant de « Roscovites » provient aujourd'hui du centre de dispersion le plus proche, c'est-à-dire des crêtes gréso-schisteuses de l'Arrée et du plateau granitique du Huelgoat. Cette évolution toute récente de l'émigration roscovite la rattache dès maintenant et la rattachera de plus en plus aux cadres ordinaires des centres de dispersion.

L'émigration temporaire de Roscoff présente donc avec les autres modes d'émigration une double différence qui est en même temps une double supériorité : les Roscovites sont bien organisés et ne pratiquent pas l'exode individuel; ils sont commerçants et non manœuvres. Plus nettement que toutes les autres, cette émigration ne signifie pas indigence absolue ; elle signifie même tout le contraire ; elle est née du jour où se sont agrandies les relations commerciales de Roscoff. Au rebours du nomadisme, elle n'est pas appelée à disparaître dans l'avenir. Elle pourra sans doute changer de forme, comme les relations économiques elles-mêmes ; mais elle ne s'éteindra totalement que si la prospérité de Roscoff s'éteint aussi.

IV. — Troisième phase : l'émigration définitive.

Si l'on ne peut considérer, dans la majeure partie des cas, l'émigration temporaire comme une dernière ressource en cas d'indigence extrême, il n'en est pas de même de l'*émigration définitive des chefs de famille*. Celle-ci est déterminée d'une manière impérieuse ; elle se synthétise très simplement, pour un pays agricole comme la Basse-Bretagne, dans la formule suivante : trop peu de terre, trop de bras. Même quand les émigrants bas-bretons sont, ou paraissent être, des ouvriers de métiers urbains, il est à peu près certain, comme nous essaierons de le montrer, que c'est en dernière analyse la terre qui les rejette. Mais ce déracinement ne s'opère pas sans effort. Quoique la terre basse-bretonne soit souvent une marâtre, elle ne paraît pas telle à ses enfants, même à ceux des centres de dispersion. La rigueur du déterminisme social et économique qui pousse les Bas-Bretons hors de chez eux n'exclut pas les hésitations et les combats d'ordre moral. L'étude de ces combats n'est pas de notre ressort ; c'est seulement pour être complet, autant que possible, que nous les mentionnons.

Deux faits très importants, l'un d'ordre social, l'autre d'ordre psychologique, influent en sens contraire sur l'émigration définitive en Basse-Bretagne. Le premier est la prolificité de la race, le second est l'attachement du Bas-Breton à son sol.

Dans la France contemporaine, où la natalité est tombée presque partout à un taux si bas, les trois départements de l'extrême ouest, Finistère, Côtes-du-Nord et Morbihan, — le Finistère et le Morbihan surtout, — conservent un taux très supérieur à la moyenne française, quoiqu'il n'atteigne pas celui des régions les plus prolifiques d'Europe. Le pourcentage annuel des naissances pour 100 habitants nous paraît un des meilleurs moyens d'apprécier l'abondance ou l'appauvrissement de la natalité. En nous servant de ce critérium, considérons une des dernières années, par exemple l'année 1903. En

1903, pour l'ensemble de la France, les naissances n'ont donné qu'une moyenne de 2,12 pour 100 habitants : les Côtes-du-Nord ont eu 2,75, le Morbihan 2,80, le Finistère 3,10. Il est encore plus instructif de rapprocher de ces chiffres ceux que donnent les circonscriptions administratives où se trouvent les centres de dispersion : arrondissement de Pontivy (plateaux granitiques de Guéméné-Pontivy et du Faouët, et partie de Quénécan), 3,34 ; arrondissement de Guingamp (partie du plateau de Quintin-Duault), 3,09 ; arrondissement de Châteaulin (Montagne d'Arrée et Montagne Noire), 3,28. Ainsi, dans la Basse-Bretagne prolifique, les taux les plus forts de prolificité coïncident avec les centres de dispersion. Or, ces centres ne contiennent guère que 40 à 60 habitants au kilomètre carré et ne peuvent en contenir davantage ; il faut donc que le trop-plein annuel émigre.

Sans doute, une grande partie des nouveau-nés est fauchée très tôt par la mort : faute de bien-être, faute de soins entendus, dans ce pays où les nourrissons sont soumis à des pratiques véritablement barbares, les enfants au berceau périssent en foule. Mais il en reste assez pour que la question de l'émigration se pose impérieusement à l'esprit du jeune paysan des crêtes et des plateaux de « montagne », dès qu'il atteint l'âge du service militaire et souvent plus tôt. S'il essaie de se maintenir au pays, comme il arrive le plus souvent, il fonde une famille nouvelle : mais c'est alors que le manque de ressources se fait cruellement sentir, et l'émigration s'impose plus que jamais.

Le Bas-Breton n'accepte pas cette nécessité sans révolte et sans douleur. Peu d'hommes sont plus attachés à leur sol que ce primitif l'est à sa lande. Il ne s'agit pas ici d'un trait de caractère purement individuel, qui serait négligeable même si on l'observait chez beaucoup de gens ; il s'agit d'une indéniable empreinte morale ressentie par la race tout entière. L'analyse d'un tel sentiment ne rentre ni dans le cadre, ni dans la méthode de la présente étude. Il faudrait pouvoir reconstituer, à l'aide de l'histoire et en particulier de l'histoire religieuse, la lente formation de la mentalité propre aux hommes de Basse-Bretagne : rien n'est si complexe ni si obscur ; nous ne l'essaierons même pas, et nous nous contenterons de prendre pour un fait acquis l'attachement à la terre des gens de ce pays.

Mais cet attachement même prouve combien sont puissantes les déterminations géographiques et économiques qui chassent de chez lui l'homme de Basse-Bretagne, puisqu'elles triomphent d'un sentiment général si fort et si bien enraciné.

Nous avons déjà vu que les causes d'émigration n'agissent pas sur l'homme de mer. Ce n'est donc n chez les hommes de mer, ni dans les métiers de la mer, que l'instinct sédentaire et les nécessités économiques entrent en conflit, sauf en quelques exceptions que nous verrons plus loin. Or, en dehors des marins, les souches originelles du peuple bas-breton ne sont composées que de paysans ; encore y aurait-il lieu, peut-être, de considérer les marins de l'Ar-Mor comme de simples essaims de ruraux peu à peu spécialisés dans les métiers de la mer. Quelle que soit la vérité sur ce point, il est constant qu'en dehors de l'Ar-Mor, tout ce qui existe en Basse-Bretagne dérive d'une souche paysanne.

Mais, parmi ces groupes ruraux, un certain nombre sont privés déjà, depuis un temps plus ou moins long, de leur portion de terre : événement inévitable dans une population rurale prolifique. Beaucoup de paysans, soit qu'ils proviennent de pays de grande propriété où les fermes ne peuvent être fractionnées, soit qu'ils descendent de familles où les héritages ont été réduits à une sorte de poussière cadastrale par suite du trop grand nombre de participants, ne sont retenus à la terre ni par la propriété ni par une location assurée, et l'existence d'ouvriers agricoles est trop précaire pour eux à cause des salaires extrêmement bas. C'est parmi ces déshérités de la vie rurale que se recrutaient les *pentyer* du temps du nomadisme ; ce sont eux qui fournissent la main-d'œuvre aux arsenaux de Brest et de Lorient, aux poudreries du Moulin Blanc et du Pont de Buis, aux usines d'Hennebont ; ce sont eux, enfin, qui recrutent les ouvriers des métiers urbains dans les villes et dans les bourgs de la Basse-Bretagne, et ce sont ces ouvriers qui se décident le plus aisément à l'émigration définitive. Le passage des métiers agricoles aux métiers urbains est donc pour le paysan le premier pas du déracinement véritable ; ce premier pas franchi, le second ne coûte guère.

Les ouvriers qui émigrent pour toujours viennent pour la plupart des centres de dispersion déterminés par la géographie, tout comme les paysans de l'émigration temporaire ; mais, comme, avant de quitter la Basse-Bretagne, ils font un stage dans les métiers urbains du pays, il est souvent malaisé de noter avec précision leur point de départ, et cette notation, du reste, ne servirait pas à grand'chose, puisque le prétendu point de départ n'est en réalité qu'un point de passage. Au rebours de ce qui se passe, en général, en matière d'émigration, il est assez facile de déterminer les zones d'arrivée et de répartition de ces émigrants hors de Basse-Bretagne. Comme les émigrants bas-bretons ne sont presque jamais des ouvriers spécialisés dans les tâches complexes qui exigent du tour de main et de l'intelligence, ce n'est point dans les principaux foyers industriels qu'il faut les chercher, mais uniquement, soit dans les entreprises qui remuent de la terre et des pierres et ont surtout besoin de bras robustes,

soit dans les grandes villes, où les moins habiles et les plus ignorants eux-mêmes comptent toujours trouver du travail. Ainsi la construction des voies ferrées, l'exploitation des carrières, les chantiers des ports ont employé et emploient encore une grande quantité de Bretons, en particulier dans le Nord, le Centre et l'Ouest de la France. Quelques-uns de ces ouvriers relèvent de l'émigration temporaire : ils reviennent au pays après avoir passé la belle saison sur les travaux lointains, comme les maçons de la Creuse; c'est sous cet aspect que se présente l'émigration des terrassiers et des carriers aux environs de Carhaix et de Quimper. Mais, dans la majeure partie du pays et notamment dans les centres de dispersion, l'émigration est définitive.

Quant aux colonies urbaines d'ouvriers bretons, elles existent dans plusieurs villes du centre et de l'ouest; la plus importante, en mettant Paris de côté, semble être la colonie du Havre, où les Bretons exerçant de petits métiers et de petits commerces forment des groupes très cohérents. Cette colonie comprend, par exception, un certain nombre de gens provenant des métiers de la mer. De Tréguier à l'Ile de Batz, par Perros-Guirec et Lannion, les marins de la côte vont chercher de l'emploi au Havre, soit sur les chalands de la Seine, soit sur les bateaux des grandes compagnies de navigation. Les autres Bas-Bretons, beaucoup plus nombreux, qui viennent de l'intérieur du pays, exercent toutes sortes de professions. Ils forment au Havre un groupe qui occupe deux faubourgs, le faubourg Saint-François et la plaine de l'Eure, où la langue bretonne est assez répandue pour qu'il ait paru nécessaire d'attacher un aumônier breton à la paroisse Saint-François.

Quoiqu'il soit difficile de déterminer, pour les raisons que nous avons exposées, les principaux points ou centres d'exode des émigrants ouvriers, il y a une de ces émigrations, la plus importante peut-être, qui trace elle-même sur la carte sa zone d'origine. C'est l'émigration des ouvriers ardoisiers : extracteurs ou mineurs, et tailleurs d'ardoises. Tous les ans, les grandes ardoisières situées hors de Basse-Bretagne, celles d'Angers en particulier, reçoivent un assez grand nombre d'ouvriers bretons plus expérimentés que la plupart des manœuvres qui sortent de la presqu'île. Car ces ouvriers viennent des centres d'industrie ardoisière du bassin de Châteaulin, qui coïncident avec deux centres de dispersion que nous avons mentionnés : le premier est la crête gréso-schisteuse de la Montagne Noire (ardoisières de Pont-Coblant, de Châteauneuf du Faou, de Saint-Goazec, de Saint-Hernin et de Motreff); le second est la crête gréso-schisteuse de Quénécan (ardoisières de Gouarec, de Caurel et de Mur). Les strates minces et longues de schistes ardoisiers d'âge silurien et carbonifère, qui forment en partie les pentes de la Montagne Noire et de la forêt de Quénécan, ainsi que les fonds des vallées de l'Aulne et du Blavet supérieur, se prêtent aisément à l'exploitation, mais cette exploitation ne peut durer longtemps à cause de la faible épaisseur des couches ardoisières; aussi l'extraction se déplace-t-elle souvent, et, lorsqu'elle a épuisé, ou à peu près, un district ardoisier, les ouvriers qu'elle employait sont en quelque sorte contraints à l'émigration. Ainsi s'expliquent les fréquents départs d'ouvriers bas-bretons pour les ardoisières d'Angers. Cette émigration durera tant que les veines ardoisières de Basse-Bretagne ne seront pas définitivement épuisées, c'est-à-dire tant que le pays pourra préparer au travail de l'ardoise des ouvriers capables d'exercer ensuite leur métier ailleurs.

Il n'est pas douteux que la majeure partie des émigrants qui sortent *pour toujours* de Basse-Bretagne sont des ouvriers ou plutôt des manœuvres; toutefois, comme nous l'avons dit plus haut, les métiers de la mer essaiment aussi quelque peu sur la côte nord; en outre, un certain nombre de paysans partent sans espoir de retour, pour chercher d'autres terres sous d'autres cieux. Pourtant, cette dernière forme d'émigration paraît singulièrement difficile dans un pays comme la Basse-Bretagne. On ne comprend guère un émigrant agricole qui part absolument dénué de capital. Or, le capital manque aux paysans bretons, en particulier à ceux des centres de dispersion. Un rural parti dans ces conditions, sans autre ressource que ses bras, est voué à la misère. Et d'assez nombreux exemples d'émigrants imprévoyants, qui trouvaient au loin une misère pire que celle qu'ils avaient laissée au logis, ont contribué à diminuer, en Basse-Bretagne, le nombre des exodes agricoles. Ainsi le plateau du Faouët et les landes voisines de Gourin et de Roudouallec ont été, il y a vingt-cinq ans environ, les points de départ d'un assez grand nombre d'émigrants vers la République Argentine. Ces émigrants partaient à peu près sans ressources, éblouis par le mirage des concessions de terre, et oubliant que la terre ne saurait suffire, puisqu'il faut avoir aussi de quoi l'utiliser et l'approprier. Les mauvaises nouvelles qui arrivèrent bientôt de l'Argentine découragèrent ceux qui étaient disposés à imiter les premiers partis. Toute tentative pour faire sortir en grandes masses les Bas-Bretons de chez eux a été vouée au même sort que ces premiers essais. On sait que sur l'Ar-Mor, au moment le plus aigu de la crise sardinière, les pêcheurs se montraient très rebelles à l'idée que certains administrateurs leur suggéraient d'émigrer pour les côtes d'Algérie et de Tunisie. Mais cela ne saurait nous surprendre, car nous connaissons l'instinct sédentaire des popula-

tions du littoral, et nous avons expliqué pourquoi cet instinct existe. Il est plus instructif de suivre les efforts tentés, de 1902 à 1905, pour faire émigrer au Canada des Bas-Bretons ruraux. Ces tentatives ont été faites à la faveur de la crise religieuse; le paysan croyant concevait des craintes pour le libre exercice de sa religion, et les propagandistes en profitaient pour faire miroiter à ses yeux, en même temps que les avantages économiques du Canada et du Manitoba, l'absolue « liberté religieuse » de ces pays. Malgré la puissance d'une telle considération sur la mentalité bretonne, les départs pour le Canada ont été très rares, très clairsemés, et le mouvement semble à peu près arrêté aujourd'hui. Il convient, du reste, d'ajouter que les quelques départs qui ont eu lieu ont été fournis presque exclusivement par les sept centres de dispersion où se condensent la plupart des phénomènes de nomadisme, d'émigration temporaire et d'émigration définitive.

En revanche, un autre mode d'émigration, qui remonte déjà fort loin, s'étend et s'accroît de plus en plus : il fait tache d'huile sur le pays entier, et le nombre des partants augmente d'année en année. C'est l'émigration de la masse féminine rurale, et en particulier des servantes de ferme. Il y a une abondance extraordinaire de main-d'œuvre féminine dans la campagne bretonne. La statistique agricole de 1892 contient à cet égard quelques chiffres saisissants. Il y avait en France, à cette époque, 462.000 servantes de ferme; les trois départements bas-bretons en contenaient à eux seuls 67.000. Ainsi ce petit pays de 20.000 kilomètres carrés (un peu plus du 1/30 du territoire) renfermait presque 1/7 des servantes de ferme (14,50 °/₀). Cette surabondance explique et justifie l'émigration définitive des femmes hors de Basse-Bretagne, malgré l'incertitude et les hasards qu'offre pour elles une existence sociale urbaine où les trois quarts sombrent dans la misère et dans le vice.

V. — Conclusion.

Essayons de condenser en quelques mots les conclusions positives de l'étude que nous venons de présenter au lecteur.

Cette étude est une monographie particulière; mais elle peut contribuer, pour sa part, à l'établissement de quelques idées générales, dont la vérification, croyons-nous, se retrouverait sur d'autres et sur de nombreux champs d'investigation.

Nous présentons d'abord les principaux points qui intéressent spécialement la Basse-Bretagne, et ensuite les conclusions générales :

A. *Conclusions sur la Basse-Bretagne* :

1° Les phénomènes de nomadisme et d'émigration sont rigoureusement soumis aux conditions naturelles entendues dans leur sens le plus large;

2° Le nomadisme et l'émigration, à peu près nuls sur la côte (*Ar-Mor*), ont leur foyer principal dans l'intérieur du pays (*Ar-Coat*);

3° Dans l'Ar-Coat lui-même, on reconnaît la présence de 7 centres de dispersion dont les fonctions, au point de vue qui nous occupe, sont à peu près semblables, avec de légères différences.

B. *Conclusions générales.*

1° Les phénomènes de nomadisme et d'émigration sont régulièrement sériés et répartis *dans l'espace* et évoluent *dans le temps*, les uns n'étant qu'une transformation des autres;

2° Ces phénomènes ne signifient pas nécessairement un très mauvais état économique; il peut se faire, au contraire, que la diminution de l'indigence et le progrès de la circulation les provoquent; mais, dans l'ensemble, ils dénotent un manque d'équilibre entre les forces de production et de consommation;

3° A mesure que les moyens de communication s'améliorent, l'étude des faits de répartition et des courants d'émigration devient plus facile; ces courants se tracent eux-mêmes sur la carte; la part des fantaisies individuelles, que l'ancien nomadisme faisait très large, devient très étroite; la détermination géographique et sociale des faits de nomadisme et d'émigration acquiert une rigueur véritable, qui jusqu'ici était inconnue.

Camille Vallaux,

Professeur à l'École navale,
Docteur ès lettres.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Petot (Albert), *Professeur de Mécanique à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille.* — **Etude dynamique des Voitures automobiles.** 1er *fascicule.* — 1 *vol. grand in-8° de* 200 *pages, avec figures. Imprimerie autographique J. Schaller. Lille,* 1907.

L'ouvrage est la reproduction du cours fait, depuis plusieurs années, à la Faculté des Sciences de Lille, sur les voitures automobiles, par le distingué professeur. Comme le problème de la traction sur routes est très complexe, l'auteur s'est limité aux questions de Dynamique auxquelles on peut appliquer, dans une première approximation, les méthodes de la Mécanique rationnelle. Il les a étudiées sur un schéma se rapprochant le plus possible de la voiture réelle. Son but a été surtout de marquer les conditions à remplir dans la construction et dans la conduite d'une automobile, pour assurer la sécurité et le confortable des voyageurs, la conservation du mécanisme et une bonne utilisation de l'énergie fournie par le moteur.

Le premier fascicule débute par l'étude de la résistance à la traction, la théorie de l'adhérence, les conditions à remplir pour éviter le patinage.

Les pages suivantes sont consacrées à l'étude du mouvement en ligne droite, en palier d'abord, sur une pente ensuite, et de la puissance à donner au moteur.

Le chapitre III, véritable introduction à l'étude de la stabilité, contient l'étude cinématique du différentiel (et à ce sujet donne quelques indications sur les engrenages coniques et les mouvements gyroscopiques), son fonctionnement dynamique, ses inconvénients possibles pour la stabilité de la voiture (couple de dérapage, utilisation défectueuse de l'adhérence des roues motrices). Cette étude conduit l'auteur à penser qu'il est probablement avantageux pour la stabilité de la voiture, au moins dans le mouvement en ligne droite, de donner une grande stabilité au différentiel.

En dernier lieu, sont étudiés les ressorts et les pneus, leur mode d'action simultanée sur un sol inégal (dos d'âne, ornières, caniveaux, cassis,...). Il ne faut pas exagérer le poids des roues et des essieux, mais plutôt les réduire, tout en leur donnant une masse qui suffise à les mettre dans de bonnes conditions de résistance. En ce qui concerne les roues élastiques, M. Petot pense que, pour avoir quelque chance de mener à bien un système, il faut demander son élasticité à des masses de caoutchouc plutôt qu'à des ressorts métalliques, tout au moins s'il s'agit de voitures légères et de grandes vitesses. Pour les poids lourds et les vitesses modérées, peut-être, ajoute-t-il, sera-t-on conduit à employer les ressorts métalliques de préférence au caoutchouc.

Enfin, pour les amortisseurs, M. Petot montre les difficultés auxquelles on se heurte dans la recherche des meilleures dispositions à donner à ces appareils; il faudrait réaliser des conditions parfois opposées. La conclusion est qu'il ne faut user que très prudemment des amortisseurs.

On voit par cette courte analyse combien sont importantes les questions traitées par l'auteur, et quel bénéfice tireront de la lecture de cet ouvrage les constructeurs; même pour les questions qui n'y sont pas solutionnées, ils y trouveront des notions utiles.

M. Petot donne, dans le courant de son étude, quelques indications sur des expériences qui permettraient de vérifier les résultats obtenus par lui et de reconnaître jusqu'à quel point ils sont acceptables en pratique. Si quelques-uns de nos lecteurs voulaient faire ces expériences, l'auteur leur donnerait volontiers tous les renseignements complémentaires dont ils pourraient avoir besoin.

GÉRARD LAVERGNE,
Ingénieur civil des Mines.

Commission du Ciment armé. Expériences, rapports et propositions. Instructions ministérielles relatives à l'emploi du Béton armé. — 1 *vol. in-4° de* 480 *p. et* 6 *pl.* (*Prix* : 27 *fr.* 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1907.

Ce volume est le résultat des travaux de la Commission du Ciment armé créée par arrêté ministériel du 19 décembre 1900. Cette Commission, chargée d'étudier les propriétés et les emplois du ciment armé, se divisa en trois sous-commissions, présidées par MM. Rabut, Considère et Bechmann, chargées chacune de l'examen d'une série de questions.

Les principales de ces questions sont : la résistance du ciment armé à la traction et à la compression; les épreuves et essais à faire subir aux constructions; les qualités à exiger des ciments et de leurs armatures. L'étude de ces questions a exigé un très grand nombre d'expériences, relatées dans les rapports des sous-commissions, et qui constituent des documents très précieux, car l'exactitude en est garantie par la valeur et l'impartialité des auteurs; mais il est impossible d'en donner ici un compte rendu, même sommaire. Ce sont des références de tout premier ordre, indispensables au praticien, et qui contribueront à l'établissement d'une théorie rationnelle des ouvrages en ciment armé. Cette théorie est d'ailleurs ébauchée déjà dans le chapitre intitulé : « Données à admettre dans la préparation des projets ». Enfin, les résultats principaux de ce grand travail sont formulés dans la Circulaire ministérielle intitulée : « Instructions relatives à l'emploi du Béton armé » et dans son annexe du 15 mars 1906, à la fin du volume.

Si considérables que soient ces travaux, ils sont loin d'épuiser la question; la Commission elle-même considère son œuvre comme provisoire, et, « si son existence est prolongée, elle continuera ses études et ses expériences ainsi que l'étude des travaux poursuivis ailleurs, et elle prendra l'initiative des modifications du règlement qui lui paraîtront opportunes ».

Les conclusions générales à tirer de ces études sont favorables à l'emploi du ciment armé. On n'aurait, d'après M. Considere (p. 442), « aucune appréhension pour la conservation et la durée des ponts et viaducs en béton armé portant des voies de terre ou de fer »; mais c'est à la condition expresse de ne pas oublier que (p. 422) « le béton armé ne vaut que par la perfection de son exécution » et qu'il faut « exercer une surveillance sévère sur la provenance, la pureté des matériaux, leur dosage, celui de l'eau employée à la confection du béton, son damage, son bourrage le long des armatures, le solide arrimage de celles-ci ». G. R.

2° Sciences physiques

Gorczynski (Ladislas). — **Sur la marche annuelle de l'intensité du rayonnement solaire à Varsovie, et sur la théorie des appareils employés.** (*Thèse pour le doctorat d'Université présentée à l'Université de Montpellier.*) — 1 *vol. in-8° de* 202 *pages. Montpellier, Imprimerie Serre et Roumégous,* 1907.

Le travail de M. Gorczynski est un témoignage de l'intérêt que l'on attache, à l'étranger, aux nouveaux grades délivrés par les Universités françaises, et aussi de l'influence attractive exercée par les savants qui,

dans nos centres provinciaux, ont su se faire un nom dans un ordre de recherches déterminé. M. Gorczynski a effectué les mesures actinométriques qui font l'objet essentiel de son travail à l'Observatoire et à la Station centrale Météorologique de Varsovie. Mais il a tenu ensuite à venir élaborer toute la partie théorique de son travail, et procéder à la discussion et à la réduction des observations, auprès de la Faculté des Sciences de Montpellier, où Crova avait exécuté la longue série de ses travaux sur la mesure de la radiation solaire.

La mesure de la « constante » solaire est un des problèmes les plus délicats de la Météorologie. On s'est mis d'accord, il y a peu d'années, — puisque c'est à la Conférence météorologique d'Innsbruck, en septembre 1905, que ce résultat a été sanctionné, — pour recommander, comme appareil de mesures absolues, l'emploi exclusif du pyrhéliomètre à compensation électrique d'Angström. Néanmoins, comme cet appareil est encore peu répandu, il n'est pas sans intérêt de recourir à d'autres méthodes dont les résultats pourraient être rapportés à ceux que donne l'appareil de mesures absolues.

M. Gorczynski a fait une étude spéciale de l'actinomètre « du système Angström-Chwolson ». Il en a perfectionné et la théorie et le mode de calcul. Il ne sera peut-être pas superflu de rappeler le principe actinométrique d'Angström et la méthode des intervalles de temps égaux de Chwolson.

On prend deux corps identiques, par exemple deux thermomètres à boules noircies ou à réservoirs en forme de spirales plates: l'un des deux corps est exposé au soleil, l'autre maintenu à l'ombre par un écran. A un moment donné, on déplace l'écran, de façon que le thermomètre qui était au soleil soit à l'ombre, et réciproquement. Soit Θ_1, en grandeur et en signe, la différence de leurs températures à un instant donné, Θ_2 cette différence une minute après, et Θ_3 cette différence deux minutes plus tard : on a, pour le nombre de calories versées par minute sur un centimètre carré de surface :

$$q = \frac{2c}{s} \cdot \frac{\Theta_2^2 - \Theta_1\Theta_3}{\Theta_1 - \Theta_3},$$

où c représente la capacité calorifique de l'un des réservoirs de thermomètre et s sa section. On s'arrange pour que Θ soit à peu près nul, c'est-à-dire que la première lecture soit faite à peu près une minute avant l'instant où les deux thermomètres marqueront la même température, l'un en montant, l'autre en descendant; Θ_1 et Θ_3 sont de signes contraires. Dans ces conditions, les termes correctifs, provenant de ce que les conditions théoriques sont inexactement remplies, s'éliminent à peu près complètement.

M. Gorczynski a complété cette méthode en associant à toute observation des deux thermomètres actinométriques une seconde observation dans laquelle ces deux thermomètres marchent en sens inverse, et en prenant la moyenne des valeurs du rapport :

$$\omega = \frac{\Theta_2^2 - \Theta_1\Theta_3}{\Theta_1 - \Theta_3}$$

données par ces deux expériences associées.

Voici un exemple numérique qui fera bien comprendre le mode opératoire :

	LECTURES des thermomètres N° 69	N° 70	DIFFÉRENCES Θ	
Direction I :				
0 sec. . .	35°92	33°62	$\Theta_1 =$ 2°30	
60 — . .	34°90	34°75	$\Theta_2 =$ 0°15	
120 — . .	34°00	35°58	$\Theta_3 =$ — 1°58	$\omega' = 0{,}938$
Direction II :				
0 sec. . .	33°21	35°21	$\Theta_1' =$ — 2°00	
60 — . .	33°90	33°94	$\Theta_2' =$ — 0°04	
120 — . .	34°82	33°18	$\Theta_3' =$ + 1°64	$\omega'' = 0{,}896$

Peut-être trouvera-t-on cette discussion de causes d'erreurs un peu compliquée, étant donnée l'incertitude relative qui reste toujours attachée à cet ordre de mesures. En tous les cas, cette variété de la méthode d'Angström, que l'auteur préconise, n'est pas d'une application difficile, et elle paraît recommandable.

Une seconde partie comprend la comparaison des pyrhéliomètres avec les actinomètres. Entre le nombre donné par l'actinomètre, employé suivant la méthode de l'auteur, et le nombre donné par le pyrhéliomètre existe un rapport qu'il appelle « coefficient de transmission ». Ce coefficient devrait être constant si la théorie élémentaire de l'actinomètre était rigoureuse ; il varie, en réalité, de 0,737 à 0,749 pour un des actinomètres employés, quand la radiation varie : le coefficient une fois déterminé, l'actinomètre employé seul pourra permettre d'obtenir des mesures absolues, avec une approximation définie.

M. Gorczynski a fait 7.622 mesures, réparties en 389 journées, à Varsovie, de 1901 à 1905. Il s'est préoccupé d'abord de la réduction des mesures à une même hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon, réduction nécessaire pour rendre comparables les nombres obtenus aux diverses heures de la journée. En discutant ses propres observations, celles de MM. Angström et Edelstam à Guimar, dans l'île de Ténériffe, celles de M. Witkowski à Zakopane, en Galicie, et celles de M. Westman à Treurenberg, au Spitzberg, il est arrivé à une conclusion très intéressante. L'augmentation du nombre de calories-grammes par centimètre carré et par minute, avec la hauteur du soleil, la quantité $\frac{\Delta Q}{\Delta h}$, varie naturellement avec la valeur de la hauteur du soleil dont on part : ΔQ est, par exemple, 0,119 cal. quand on passe de 9° à 12° de hauteur du soleil; elle est 0,093 cal. quand on passe de 12° à 15°. Mais ces nombres ont sensiblement la même valeur aux diverses stations choisies, quelle que soit leur latitude. Par exemple, entre 20° et 25°, ΔQ est de 0,080 cal. au Spitzberg, de 0,087 cal. à Varsovie, de 0,074 cal. à Ténériffe.

Ces nombres, déterminés pour Varsovie, permettront en tous les cas de ramener les observations faites aux diverses heures de la journée à ce qu'elles auraient été à midi, et de réduire toutes les observations d'un même mois à la hauteur moyenne mensuelle du soleil à midi. On conçoit ainsi qu'avec des mesures suffisamment nombreuses, on arrive à déduire une valeur moyenne de la radiation pour un mois donné. Encore y a-t-il lieu de remarquer que l'auteur part toujours de ce principe que toutes les causes d'erreur ont pour effet de diminuer le nombre trouvé pour la radiation, et qu'il ne garde dans les moyennes que les nombres qui ne paraissent pas systématiquement trop faibles. Il arrive ainsi pour les valeurs moyennes annuelles de la radiation à Varsovie aux nombres suivants :

1901.	1,052	calories.
1902.	0,994	—
1903.	0,862	—
1904.	0,968	—
1905.	1,016	—

Il croit pouvoir affirmer, d'après la marche régulière de ses moyennes mensuelles, la réalité de la diminution du rayonnement solaire de décembre 1902 à février 1904, que M. Dufour, de Lausanne, a signalée le premier, et que M. Langley admet également.

Dans un dernier chapitre, l'auteur insiste sur l'intérêt que présenterait la sommation, même approchée, des quantités de chaleur (en calories-grammes) réellement reçues au cours d'une saison par l'unité de surface du sol en un lieu donné, et l'étude du rapport de cette somme des quantités de chaleur reçues à la somme des quantités de chaleur possibles, si le soleil eût éclairé tout le temps le sol. En faisant le calcul pour Varsovie et Montpellier, il trouve qu'à Varsovie ce rapport de la chaleur réelle à la chaleur possible

est 48 %, tandis qu'à Montpellier il est 51 %. Au Spitzberg, il ne serait que de 22 %.

La thèse se termine par une bibliographie sommaire des travaux relatifs à la radiation solaire.

BERNARD BRUNHES,
Directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme.

Lunge (G.), *Ancien Professeur de Chimie industrielle au Polytechnicum de Zurich.* — **Analyse chimique industrielle.** *Ouvrage publié avec la collaboration d'un groupe de techniciens et de spécialistes. Tome I :* **Industries minérales.** Traduction française de M. E. CAMPAGNE. — 1 *vol. in-8° de 640 pages, avec 105 fig. (Prix broché : 22 fr. 50.) H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

Le nom du Professeur Lunge fait, depuis de longues années, autorité en matière de Chimie industrielle, et l'ouvrage qu'il a publié en allemand sous le titre : *Chemisch-technische Untersuchungsmethoden* a rencontré partout un succès mérité, qui lui a permis d'arriver aujourd'hui à sa 5e édition. C'est cette œuvre que M. E. Campagne a eu la pensée de mettre directement à la portée des chimistes français.

Elle est constituée par une série de monographies, relatives chacune à une industrie spéciale. Pour chacune d'elles, l'auteur envisage successivement : 1° l'analyse des matières premières ; 2° le contrôle de la fabrication ; 3° l'essai des produits fabriqués. Voici la liste des matières qui sont passées en revue dans ce premier volume : Argiles, par M. Ph. Kreiling; Produits céramiques, par M. K. Dummler; Sels d'alumine, par M. G. Lunge; Mortiers, par M. C. Schoch; Verre, par M. E. Adam; Goudron de houille, par M. H. Köhler; Fabrication du gaz, ammoniaque, par M. O. Pfeiffer; Dérivés du cyanogène, par M. H. Freudenberg; Carbure de calcium et acétylène, par M. G. Lunge; Allumettes, par M. W. Jettel; Explosifs, par M. O. Guttmann; Couleurs minérales, par M. R. Gnehm.

Toutes les questions analytiques qui se présentent au chimiste industriel sont abordées successivement dans leur ordre logique et résolues par les méthodes les plus récentes et les plus pratiques. Un pareil ouvrage a donc sa place toute indiquée dans les laboratoires industriels. L. B.

3° Sciences naturelles

Girard (Jules). — **Les Falaises de la Manche.** — 1 *vol. in-4° de 194 pages, avec gravures. E. Leroux, éditeur. Paris*, 1907.

La Géographie rationnelle, c'est-à-dire celle qui observe et cherche à expliquer les faits, attire tous les jours de nouveaux adeptes. La vue des falaises, de la lutte continuelle de la terre et de la mer, constitue en particulier l'un des phénomènes géographiques qui suggère à tous les esprits curieux une foule de problèmes; et, si ceux-ci sont résolus dans leurs grandes lignes et dans leurs traits essentiels, ils offrent encore, dans leurs détails, aux chercheurs et aux observateurs consciencieux, un vaste champ d'études. Le littoral de la Manche, depuis la Baie de la Seine jusqu'à Calais et Dunkerque en France, et en face, au sud de l'Angleterre, est particulièrement intéressant par la variété des sites qu'il présente, et l'on comprend qu'il ait tenté, après bien d'autres, M. J. Girard, qui nous présente dans une luxueuse brochure de 194 pages quelques-uns de ses traits caractéristiques. L'auteur a su choisir un certain nombre de photographies, dont plusieurs, pour ne pas dire le plus grand nombre, méritent de devenir classiques pour l'étude du mode de formation des falaises crayeuses jurassiques, des dunes, des plages de sable et de galets. Le lecteur sera certainement intéressé en apprenant comment et pourquoi les stations balnéaires du bord de la Manche ont leur raison d'être et quelles sont les causes et le mode de formation de certaines de leurs particularités.

Cet ouvrage, dans lequel M. J. Girard nous décrit en premier lieu le relief du sol, les caractères de la craie et la composition géologique des falaises et nous donne des aperçus intéressants sur l'ancien isthme du Pas-de-Calais et le massif du Boulonnais, est surtout original dans sa seconde partie, intitulée l'Abrasion littorale. Le mouvement des vagues sur les plages, la genèse des plages et de certains bancs sous-marins, les éboulements et le rôle des fissures de la craie, enfin l'évolution des galets, des dunes et du Marquenterre, sont présentés de la façon la plus heureuse. La troisième partie est un résumé de l'évolution historique de certains points de la côte française (Seine, Somme, Bresle) et de quelques-uns des ports des deux côtés de la Manche.

Cet ouvrage sera accueilli, croyons-nous, avec succès par le grand public auquel il est surtout destiné. Les spécialistes, les géologues, par exemple, lui reprocheront sans doute quelques inexactitudes, et les géographes, en outre, auraient été, je crois, heureux de voir utilisés dans ce travail les chapitres relatifs à la côte des importants ouvrages de M. A. Demangeon sur la Picardie et de M. R. Blanchard sur la Flandre.

H. DOUXAMI,
Maître de Conférences de Géologie
à la Faculté des Sciences de Lille.

Plate (A. G.). — **The « Lloyd » Guide to Australasia.** — 1 *vol. in-12 de 470 pages, avec fig. et cartes. (Prix cartonné : 7 fr. 50.) Edward Stanford, éditeur, 12-14 Long Acre, Londres*, 1907.

Ce Guide d'Australasie a été écrit à la demande de la Compagnie de navigation allemande le *Norddeutscher Lloyd* pour l'usage des nombreux touristes qui, depuis quelques années, se portent vers cette partie lointaine de notre globe.

Après une Introduction générale sur le Commonwealth australien, l'auteur passe en revue les Etats qui le composent : Australie occidentale, Australie du Sud, Victoria, Nouvelle Galles du Sud, Queensland, Tasmanie et Nouvelle-Guinée, puis les possessions allemandes du Pacifique. Il donne sur chaque contrée des renseignements géographiques clairs et concis, puis il passe à la description des grandes villes et des curiosités naturelles qui intéressent le touriste.

Cet ouvrage paraît bien conçu; il est exécuté d'une façon irréprochable au point de vue typographique et il mérite de prendre une place honorable dans le groupe des publications de ce genre.

Chodat (R.), *Docteur ès Sciences, Professeur de Botanique à l'Université de Genève.* — **Principes de Botanique.** — 1 *vol. in-8° de 744 pages, avec 829 figures. J. B. Baillière, éditeur. Paris*, 1907.

Ce livre justifie pleinement son titre, car il n'est ni un Traité ni un Manuel. Il s'adresse à des lecteurs ayant, comme le dit l'auteur, « une certaine préparation scientifique » et qui se sentent attirés vers les sciences biologiques. C'est avec le plus grand plaisir que nous l'avons parcouru, car nous n'en connaissons pas de similaire, du moins en langue française. Il nous faudrait reproduire la préface entière pour donner une idée de son contenu, et nous en conseillons la lecture attentive à tous les étudiants, car le jeune naturaliste ne saurait être averti trop tôt que, sans une culture scientifique générale suffisante, « les plus intéressants des problèmes de la Biologie moderne seront insondables pour lui ». Avec juste raison, l'auteur considère que, même en Botanique, Zoologie ou Physiologie, « les résultats des expériences doivent pouvoir être exprimés en termes précis, analogues à ceux qu'emploient physiciens et chimistes pour résumer leurs observations et leurs expériences ».

Le simple énoncé des principales divisions du livre de M. Chodat suffira sans doute pour en exposer les grandes lignes.

Dans la première partie, réservée à la *Physiologie générale*, après avoir défini ce qu'on entend par

matière vivante, l'auteur a groupé, sous le nom de « captation et transformation de l'énergie », tous les phénomènes physiques et chimiques qui accompagnent les manifestations vitales chez les végétaux : inhibition, turgescence, action de la lumière, de la chaleur, théorie de l'assimilation, composition chimique du végétal, etc.

L'étude de la *cellule et des tissus*, avec ses trois subdivisions : cellule, organogénie, anatomie, forme la deuxième partie de l'ouvrage et n'en occupe guère que le tiers ; elle est un peu condensée, mais on n'a retenu des faits acquis que ceux qui présentent une réelle importance, afin d'en montrer les rapports avec la Biologie végétale.

Sous le titre de *Physiologie spéciale* sont étudiées les fonctions d'élaboration, de relation et de reproduction ; elles constituent la troisième partie, la plus volumineuse comme il fallait s'y attendre.

Enfin, la quatrième partie ou *Phylogénie*, qui comprend une centaine de pages, traite des variations et de l'hérédité. Peu d'ouvrages classiques sont actuellement au courant des idées et hypothèses récemment émises, et nul doute que ces chapitres ne soient particulièrement goûtés.

Sous forme de conclusion, l'auteur a abordé le problème de l'origine des espèces et de leur répartition, et il termine par un court essai de la classification des plantes.

Telles sont, esquissées à grands traits, les principales lignes de ce remarquable ouvrage, dont la présence est indispensable dans tous les laboratoires de Sciences naturelles, de Chimie et de Physique biologiques et dont la lecture montrera que « le nombre des problèmes qui attendent une solution est plus grand qu'on ne le pense ».

Em. Perrot,
Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.

4° Sciences médicales

Cruchet (D.-R.), *Ex-Chef de Clinique de l'Université de Bordeaux.* — **Traité des Torticolis spasmodiques.** — *1 vol. grand in-8° de* xv-386 *pages, avec* 120 *figures dans le texte. Préface de M. le Professeur* Pitres. *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1907.

Les chirurgiens ont minutieusement étudié les déviations permanentes de la tête et du cou dues à des lésions congénitales ou acquises des tissus ostéo-fibreux ou musculaire de la région cervicale ; mais les médecins ont tardé davantage à analyser les variétés de torticolis provoqués par des perturbations fonctionnelles du système nerveux. Pourtant les torticolis de ce genre méritaient vraiment de retenir l'attention. Ce sont des affections assez rares, capricieuses, qui, tout en ne présentant pas de gravité vitale, affectent néanmoins très péniblement ceux qui en sont atteints.

Comme le dit judicieusement M. Pitres dans la préface du livre de M. Cruchet, rien n'est plus saisissant que la vue d'un malade atteint de cette singulière affection. Son aspect extérieur ne révèle de prime abord aucune anomalie ; puis, pendant qu'on lui parle, on voit tout à coup sa tête entraînée d'un côté par la contraction brusque ou lente, clonique ou tonique, des muscles du cou. Le spasme dure de quelques secondes à une ou deux minutes, cinq minutes ; après quoi la tête reprend sa position normale, qu'elle conserve pendant quelques instants. Au bout de ce laps de temps, une nouvelle contraction spasmodique, en tous points semblable à la première, lui imprime un nouveau mouvement irrésistible de rotation, et ces alternatives de repos et de mouvement involontaire se répètent régulièrement pendant des mois ou des années, constituant ainsi une infirmité des plus incommodes.

La plupart de ceux qui en avaient observé des exemples s'étaient peu préoccupés de rechercher les analogies que cette affection, spéciale aux muscles du cou, pouvait avoir avec les manifestations neuro-musculaires qui se produisent dans d'autres régions du corps. Ils avaient donné à ces torticolis de nombreuses dénominations ; mais, dans l'esprit de chacun, ce n'étaient là que des variantes d'appellation, plus ou moins imagées, pour une sorte de maladie autonome.

Il en fut ainsi jusqu'en 1893, époque où fut publiée une magistrale leçon du Professeur Brissaud, établissant une distinction formelle et définitive entre deux ordres de mouvements convulsifs : les *spasmes* et les *tics*. En même temps, M. Brissaud isolait de l'ensemble des torticolis spasmodiques une forme spéciale, le *torticolis mental*. Il en indiqua le traitement, que codifièrent ses élèves, MM. E. Feindel et Henry Meige. Ce dernier fit voir par la suite que le torticolis mental ne comprenait pas indistinctement tous les cas de torticolis convulsifs et que, parmi ceux-ci, il fallait établir la même différenciation qu'entre les tics et les spasmes en général, autrement dit qu'à côté de *torticolis-tics* il existait des *torticolis-spasmes*. M. René Cruchet a poursuivi ces études avec une laborieuse patience. Il s'est entouré d'une documentation considérable. Qu'on en juge : il reproduit dans son récent livre, et en général *in extenso*, 357 observations, — à peu près la totalité de celles qui ont été publiées dans toutes les langues ; lui-même a eu la scrupuleuse conscience de traduire tous ces documents, qu'ils fussent écrits en latin ou en grec, en allemand ou en espagnol, en italien ou en anglais. On devine dans l'avertissement de son volume qu'il éprouve un certain regret de n'avoir pu traduire personnellement quelques observations publiées en des langues moins répandues.

Ayant acquis de la sorte une connaissance aussi étendue que possible de tout ce qui avait été écrit sur les torticolis spasmodiques, M. Cruchet s'est efforcé de coordonner ces nombreux documents bibliographiques.

L'ouvrage est précédé d'un excellent chapitre historique qui sert d'introduction. On y apprend, depuis Rabelais jusqu'à nos jours, l'histoire du mot *torticolis*, et de ses applications successives.

Aujourd'hui, selon M. Cruchet, on doit entendre, par *torticolis spasmodiques, des réactions spasmodiques ou convulsives, d'ordre clonique, tonique, ou tonico-clonique, à caractère intermittent, siégeant au niveau des muscles de la nuque et du cou.*

Mais, dans quelques cas, le mouvement rotatoire est accompagné de douleur, dans d'autres il est absolument indolent. Chez certains malades, le spasme est aussi rythmé que s'il était réglé par le jeu d'un métronome ; chez d'autres, au contraire, il se montre à des intervalles extrêmement inégaux. Parfois les contractions des muscles du cou ne se produisent que lorsque le malade est dans la station verticale, ou à l'occasion de la marche, ou pendant l'application à la lecture ou à l'écriture, ou sous l'influence de l'exécution de certains actes professionnels déterminés. Enfin, les spasmes sont fréquemment suspendus par des gestes ou des attitudes antagonistes ; mais cela n'est pas absolument constant.

Il y a donc différentes variétés de torticolis spasmodiques. M. Cruchet distingue et étudie successivement : les *torticolis névralgiques*, les *torticolis professionnels*, les *torticolis paralytiques*, les *torticolis spasmodiques*, les *torticolis rythmiques* ou *rythmies du cou*, les *tics du cou*, les *torticolis d'habitude* et le *torticolis mental*.

On voit par là que cette affection, dans ses différentes modalités, peut être comparée à d'autres manifestations névropathiques. Ainsi le *torticolis névralgique* se rattache aux troubles moteurs qui accompagnent les névralgies en général, en particulier la névralgie faciale dite « tic douloureux de la face ».

De même, les *torticolis spasmodiques francs* confinent aux spasmes en général ; les *tics du cou* sont analogues aux tics qui se produisent dans d'autres régions du corps ; les *torticolis d'habitude* correspondent aux autres attitudes d'habitude. Dans les *torticolis professionnels*, on a affaire à des sujets jouissant d'une santé parfaite et ne présentant aucun mouvement anormal dans tous les actes de leur vie quotidienne, sauf dans un seul acte, toujours le même pour chacun d'eux. Nor-

maux à tous les autres points de vue, dès qu'ils veulent exécuter l'acte en question — et souvent c'est l'acte d'écrire — on voit leur cou immédiatement se tordre ou s'agiter.

Quelques observations permettent aussi de concevoir un groupe des *torticolis paralytiques*, analogues à la paralysie faciale périphérique.

Les *torticolis rythmiques* ou *rythmies du cou* constituent un chapitre très intéressant, riche en observations personnelles, dans lequel l'auteur a spécialement étudié les singulières *rythmies qui s'observent dans le sommeil*.

M. Cruchet consacre un dernier chapitre au *torticolis d'habitude* et au *torticolis mental*.

En ce qui concerne le *torticolis mental*, l'auteur ne conteste pas la réalité de cette forme; mais il la croit moins fréquente que ne le pense M. Brissaud. Enfin, M. Cruchet rapporte une curieuse observation de *torticolis mental familial* et même d'un torticolis mental de voisinage, dans laquelle plusieurs membres de deux familles habitant des logements contigus furent atteints de cette affection. Ces cas, comme ceux où l'on voit quelque procédé antagoniste bizarre — tels que l'approche de la pointe d'un crayon vers la joue, l'installation d'un lorgnon sans verres sur le nez — supprimer instantanément la contorsion du cou, appartiennent bien au groupe du *torticolis mental* de Brissaud. Dans les cas où le torticolis spasmodique coexiste avec un état mental fortement atteint, M. Cruchet voit surtout une coïncidence de troubles mentaux et de troubles spasmodiques. M. Brissaud, d'ailleurs, avait déjà fait remarquer que les malades atteints de torticolis mental ne sont pas des aliénés véritables.

Cet important ouvrage sera d'une précieuse ressource pour ceux qui s'intéressent à la question des torticolis névropathiques. Nulle part, ils ne sauraient trouver une documentation plus riche et plus consciencieuse. Les faits personnels ajoutés par l'auteur prouvent qu'il n'est pas seulement un érudit, mais aussi un observateur et un bon analyste.

On aimerait à rencontrer dans toutes les productions médicales autant de qualités réunies.

5° Sciences diverses

Binet (Alfred), *Directeur du Laboratoire de Psychologie physiologique à la Sorbonne.* — **Les révélations de l'écriture, d'après un contrôle scientifique.** 1 *vol. in-8° de* VIII-260 *pages.* (*Prix* : 5 *fr.*) *Alcan, éditeur. Paris,* 1907.

De la forme des signes tracés par la main d'un homme, peut-on conclure à la forme de son intelligence et de son caractère? Peut-on deviner son âge, son sexe, les traits particuliers de sa nature intellectuelle et morale? La graphologie répond par l'affirmative. M. Binet veut examiner les prétentions de la graphologie.

Soit une ligne manuscrite : est-elle de la main d'un homme ou d'une femme? Si vous répondez au hasard, il y a une chance sur deux pour que vous tombiez juste. Si le graphologue ne devine la vérité qu'une fois sur deux, la graphologie n'a pas la moindre valeur. Si le graphologue est infaillible, la graphologie est une science. En fait, le graphologue dit vrai 80 fois sur 100, et se trompe 20 fois sur 100 : c'est sans doute que la graphologie, sans avoir la valeur des Mathématiques, repose sur des principes qui ne sont pas absurdes. Bien plus, sans être graphologue, un observateur attentif devine 70 fois sur 100 le sexe d'un scripteur : c'est donc, conclut M. Binet, que l'écriture dépend réellement du sexe. — Mêmes conclusions en ce qui concerne l'âge. Devinons au hasard l'âge du scripteur. Un ingénieux calcul de M. Binet prouve que nous nous tromperons, en moyenne, de quinze ans et demi. Mais le graphologue ne se trompe, en moyenne, que de dix ans. C'est donc que son calcul n'est pas une divination fortuite; c'est que l'écriture dépend de l'âge. — Peut-on aller plus loin? Peut-on, sur le vu de l'écriture, dire : ceci est l'œuvre d'un homme intelligent, et cela d'un médiocre; ceci d'un égoïste et cela d'un philanthrope? X a l'imagination ardente, Y a l'esprit géométrique, et Z est capable de tous les crimes? Il faut avouer que, sur ces questions, l'enquête de M. Binet n'est pas favorable à la graphologie. Les experts les plus habiles ont commis les erreurs les plus graves, attribué à un appariteur de la Sorbonne plus d'intelligence qu'au profond philosophe Bergson, et refusé tout talent à Renan. Ils ont trouvé dans l'écriture de Vidal, tueur de femmes, la trace d'une « extrême sensibilité », et ce n'est pas le seul assassin qui ait trouvé grâce à leurs yeux. Pourtant, M. Binet ne condamne pas la graphologie; il soupçonne qu'elle pourrait atteindre, même sur ces questions délicates, un aspect de la vérité.

Cette conclusion est très défendable. Le postulat de la graphologie repose sur l'un des principes les plus sûrs de la Psychologie. Si les rapports des phénomènes psychologiques et des phénomènes physiologiques sont très étroits, l'écriture, ensemble de phénomènes physiologiques, ne peut pas n'être pas en relation avec la pensée. Le rythme du mouvement de nos doigts, quand nous pensons et cherchons à traduire notre pensée, ne peut pas être indépendant du rythme de notre pensée. Mais notre écriture dépend d'autres causes que des causes psychologiques. Elle dépend de causes physiques (dimension des doigts, énergie des muscles) et de causes sociales (méthodes pédagogiques, degré d'instruction, habitudes professionnelles). Aussi le graphologue qui prétend conclure de l'écriture à l'esprit, comme si celui-ci était l'unique cause de celle-là, se condamne-t-il à l'erreur par ce raisonnement simpliste. Il ne peut réussir dans son art qu'à la condition de prendre conscience de la complexité des problèmes et de limiter son ambition. Il aurait tort, par exemple, de vouloir deviner à coup sûr le sexe d'un scripteur. Ce petit mot, le sexe, résume un ensemble variable de dispositions physiologiques, psychologiques et sociologiques. L'écriture ne révélerait « le sexe » que si toutes les personnes du même sexe avaient les mêmes habitudes intellectuelles et morales. En gros, il en est ainsi. Mais les exceptions sont nombreuses : qu'une femme reçoive l'éducation ordinairement réservée aux hommes, et son écriture devient masculine (voir p. 18) : les graphologues s'y trompent. C'est qu'ils ont demandé à l'écriture plus qu'elle ne pouvait donner : ils lui demandent de répondre d'un mot à une question très compliquée.

Par quels procédés interrogent-ils l'écriture? Les uns se fient à un instinct divinatoire, les autres essaient de décrire leurs méthodes. Mais aucun n'agit en pur graphologue; entendez : aucun ne juge uniquement le scripteur d'après la forme des lettres qu'il a tracées. L'un se laisse impressionner par l'aspect général du texte, la dimension des marges, l'écartement des lignes; l'autre se laisse suggestionner par le sens des mots, par les qualités et les défauts du style. Tous se placent au point de vue esthétique et au point de vue logique aussi souvent qu'au point de vue graphologique. Lisez par exemple (p. 69) le tableau des signes auxquels un graphologue expérimenté discerne les caractères d'un esprit (écriture claire : clarté d'esprit; — nette : précision; — ordonnée : ordre; — mots oubliés : étourderie, etc.). Je ne sais si un seul de ces signes est « graphologique ». La graphologie a beau reposer sur un postulat valable; elle ne fera de progrès qu'à la condition d'appliquer dans ses recherches des méthodes plus rigoureuses; jusqu'à présent, elle n'est guère sortie de la divination que pour tomber dans la métaphore.

PAUL LAPIE,
Professeur à la Faculté des Lettres de Bordeaux.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 19 15 OCTOBRE 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Découverte de l'étain dans les atmosphères stellaires. — En examinant quelques spectrogrammes de α du Scorpion (Antarès) pour des déterminations de vitesse radiale, M. Goatcher, astronome à l'Observatoire du Cap, a constaté une différence persistante de longueur d'onde après la réduction des mesures d'une ligne à environ λ 4.525, cette raie donnant toujours une vitesse trop lente de 6 kilomètres environ par seconde. Cette discordance fut alors examinée par M. Lunt, qui en vint à conclure qu'elle est due, selon toute probabilité, à la présence, insoupçonnée jusqu'ici, d'une ligne d'étain dont la longueur d'onde est λ 4.525,00, d'après les tables de Exner et Haschek. Dans la région du spectre qui a été étudiée, ces derniers observateurs indiquent une seule autre ligne d'étain, et comme celle-ci, d'après les tables de Norman Lockyer, est une raie renforcée, ce n'est donc pas d'elle qu'il s'agit dans le spectre de α du Scorpion (type antarien). Si la conclusion de M. Lunt était confirmée, ce serait la première fois que l'existence de l'étain serait décelée dans l'atmosphère d'une étoile.

§ 2. — Météorologie

Les ondes électriques au service de la Météorologie. — Les décharges atmosphériques, comme toutes les décharges électriques, émettent des ondes hertziennes, lesquelles peuvent servir à reconnaître les orages éloignés.

Dans un travail récemment présenté à l'Académie royale des Sciences et des Arts, à Barcelone, M. G. J. de Guillén-Garcia discute l'emploi des ondes électromagnétiques pour l'étude des orages et la prévision du temps.

Le fait que chaque éclair engendre des ondes électriques est facilement vérifié au moyen d'un récepteur radio-télégraphique quelconque : toutes les fois que l'œil aperçoit un éclair, pour faible qu'il soit, la cloche de l'appareil ou le récepteur Morse se met à fonctionner. En examinant après coup les rapports des journaux, on constate que les appareils, même d'une sensibilité médiocre, réagissent aux orages éloignés.

M. Garcia a installé dans son laboratoire, à Barcelone, un observatoire céraunologique, où les décharges atmosphériques ayant lieu aux environs de cette ville et même à des distances fort considérables sont observées au moyen d'appareils graphiques (céraunographes) et acoustiques (céraunophones). Il a obtenu, grâce surtout à ces derniers, des résultats vraiment précieux pour la Météorologie, d'autant plus qu'une combinaison raisonnée des données fournies par le céraunophone avec les indications barométriques et anémométriques permet de formuler des conclusions très sûres relativement au temps à prévoir.

Les dispositifs graphiques, qui ne sont autres que des appareils de réception ordinaires pour télégraphie sans fil, présentent, il est vrai, un avantage sur les appareils acoustiques; c'est qu'ils renseignent à tout moment sur le commencement d'un orage éloigné ainsi que sur les éclairs isolés. L'appareil Morse donnera, en effet, dans ces cas, l'inscription caractéristique des décharges atmosphériques. D'autre part, ces dispositifs ne permettent point l'observation simultanée de plusieurs orages se déchargeant en même temps à des endroits différents, ce qui, par contre, se fait facilement au moyen du céraunophone, qui distingue les différentes décharges par les différences d'intensité des signaux correspondant à chacune d'elles. Le céraunophone permet ainsi de reconnaître les décharges atmosphériques ayant lieu à plus de 1.000 kilomètres de distance, et de constater si l'orage s'approche ou s'éloigne.

M. Garcia signale les avantages spéciaux qu'on retire de l'emploi concurrent des appareils graphique et phonétique, l'apparition d'une inscription graphique étant le signal du commencement des observations acoustiques. Cette méthode est incontestablement préférable à l'emploi du télégraphe, vu qu'elle permet de vérifier à tout moment si des orages se déchargent à un point quelconque compris dans un rayon d'au moins 1 000 kilomètres, tandis que le télégraphe ne renseigne que sur certains points et cela à des époques déterminées.

M. Garcia attend des avantages spéciaux pour les observations météorologiques concernant l'Europe occidentale, c'est-à-dire la France, l'Espagne et la Grande-Bretagne, pays qui se trouvent dans des conditions particulièrement défavorables quant à la prévision du

temps. Toutes les dépressions passant à travers l'Europe occidentale proviennent, en effet, de l'Atlantique, c'est-à-dire de parages dont les conditions atmosphériques ne peuvent jamais être vérifiées en temps voulu. Le céraunophone, combiné avec une antenne appropriée pour la réception des ondes hertziennes, paraît donc appelé à remplacer les stations météorologiques qui font défaut sur l'Océan Atlantique.

M. Garcia, dans ses observations céraunologiques, distingue 5 degrés d'intensité des bruits de décharges atmosphériques, à savoir : « très faible », « faible », « moyen », « fort » et « très fort ».

Les signaux céraunologiques désignés sous « très forts » correspondent aux éclairs directement observés à l'œil nu, mais pour lesquels le tonnerre n'est plus perceptible (ce qui est le cas pour les décharges se passant à plus de 10 kilomètres de distance); les bruits dits « forts » correspondent aux décharges atmosphériques dont les éclairs ne sont visibles qu'à la nuit et par réflexion (cette visibilité s'étend, en général, à la distance de 100 kilomètres). Les bruits « faibles » correspondent, pour la station de Barcelone, à certains orages se déchargeant en été dans l'Espagne centrale et qui sont fréquemment déterminés par un centre de dépression localisé. Les bruits d'intensité « moyenne » sont intermédiaires entre les « forts » et les « faibles »; ils correspondent aux décharges atmosphériques qui, en été, ont lieu dans les environs de Valence. Les signaux céraunophoniques désignés sous le terme de « très faibles » correspondent enfin aux décharges très éloignées et perceptibles avec très peu d'intensité.

Entre ces cinq degrés d'intensité, il existe des différences si marquées que les différences d'intensité entre les décharges électriques d'un même orage n'influent guère sur elles.

Or, pour déterminer les lois qui régissent les orages aux environs de l'Observatoire et à des distances considérables, et pour inscrire sur une carte les aires embrassant les orages perceptibles avec un même degré d'intensité, il faut des enregistrements soignés continués pendant des années. M. Garcia a jusqu'ici enregistré avec un soin minutieux les orages qui ont eu lieu, pendant plusieurs mois, dans plus de 130 localités; il s'est basé sur ces déterminations pour construire, pour l'Espagne et les pays limitrophes, les surfaces dites iso-céraunophoniques. Ces surfaces, loin d'être concentriques, présentent les formes les plus variées, vu les différences qui existent entre la propagation des ondes électriques sur terre et sur mer et l'influence exercée à cet égard par les montagnes intermédiaires; certaines chaînes de montagne se sont même trouvées former une limite bien marquée des décharges atmosphériques perçues avec une intensité donnée.

Quant aux applications pratiques de ces inscriptions céraunophoniques, on peut dire ce qui suit :

Lorsqu'on n'entend rien au céraunophone, on sera sûr de ce qu'il n'y a aucune décharge atmosphérique dans un rayon donné (de 1.000 kilomètres ou davantage). De Barcelone, on vérifie de cette manière qu'il n'existe point d'orage de l'Atlantique en Italie et de la France septentrionale à l'Afrique septentrionale.

La constance d'intensité des bruits aperçus au céraunophone aux différentes heures d'observation est une indication de ce que l'orage en question, se trouvant localisé dans une surface iso-céraunophonique, ne se déplace point vers le lieu d'observation.

La présence, dans le céraunophone, de bruits « très faibles », prouve qu'il n'y a qu'un orage très éloigné, qui n'atteindra pas le lieu d'observation, ou, dans tous les cas, pas avant un nombre considérable d'heures ou même plus d'une journée. Quant au temps que l'orage mettra à arriver sur les lieux, on peut également formuler certaines conclusions assez sûres. Suivant M. Angot, directeur du Bureau central de Météorologie, les centres de dépressions atmosphériques se déplacent, en effet, avec une vitesse moyenne de 28 kilomètres par heure sur l'Atlantique, et de 27 kilomètres à l'intérieur de l'Europe.

L'observation simultanée de bruits céraunophoniques de différentes intensités prouve qu'il se passe des décharges atmosphériques, en même temps, à des endroits différents.

Cet appareil permet, en outre, de tirer des conclusions quant à l'intensité d'un orage se déchargeant pendant les observations : lorsqu'on entend de temps à autre un bruit sec, l'orage se compose d'un nombre limité de décharges électriques; une succession très fréquente de bruits normaux indique, au contraire, un orage très fort.

Quand le céraunophone nous renseigne sur l'existence d'un orage très éloigné, et que le baromètre monte ou reste constamment en dessus de l'isobare limite, on n'a point à craindre pour le jour même l'arrivée de l'orage, la station d'observation étant un centre de pression élevée ou se trouvant en dehors du rayon de l'orage.

Lorsque les bruits, pendant des observations successives, vont en augmentant d'intensité, l'orage se meut vers l'observatoire, sans qu'il doive toutefois atteindre ce dernier. Si les bruits vont en s'affaiblissant, l'orage évidemment s'éloigne.

Quand l'orage se trouve en dedans d'une place de dépression comprenant l'observatoire, il est facile de déterminer le district où il est localisé. L'antenne rotatoire de Marconi, à l'aide de laquelle on détermine la direction d'origine des ondes électriques, se montrera tout particulièrement utile à cet égard.

Comme l'appareil employé par M. Garcia permet d'observer, non pas seulement les orages, mais encore les vents auxquels ces derniers donnent naissance dans les contrées environnantes, il fournira des indications utiles à l'agriculture aussi bien qu'à la navigation côtière. L'arrivée des cyclones étant, par exemple, facilement prévue par ce moyen, on en pourra éviter les effets si désastreux. **Alfred Gradenwitz.**

§ 3. — Electricité industrielle

Un nouveau système de téléphonie sans fil. — Dans une conférence récemment faite devant la Société des Electriciens Italiens [1], M. Q. Majorana a décrit un nouveau système de téléphonie sans fil, basé sur l'emploi d'un éclateur, dans lequel l'intensité des ondes électriques rayonnées dans l'espace est modifiée suivant les vibrations sonores des paroles prononcées devant un microphone.

L'éclateur tournant, dont se sert M. Majorana, se compose d'un moteur sur l'axe duquel est monté un disque en ébonite portant, en face l'un de l'autre, deux anneaux métalliques sur lesquels viennent frotter deux balais métalliques insérés dans le circuit de décharge. Deux fils d'acier, de 2 millimètres de diamètre, fixés à ces anneaux, se terminent dans un morceau d'ébonite qui les relie rigidement aux deux fils terminaux. Ces deux fils sont également parallèles entre eux; mais, pour que la décharge parte de préférence entre eux, leur distance doit être rendue plus petite. Les deux fils de l'éclateur sont reliés au secondaire d'un transformateur statique, dans le primaire duquel on lance le courant alternatif du secteur municipal.

M. Majorana se sert d'un transformateur à huile capable d'absorber 10 kw. et de fournir une différence de potentiel maxima de 100.000 volts. Dans le cas présent, les enroulements de ce transformateur sont disposés de façon à donner un potentiel de 25.000 volts seulement.

Lorsqu'on insère dans le circuit secondaire une capacité convenable (d'environ 0.0002 microf.) et qu'on met l'éclateur en rotation, les étincelles, sous le souffle énergique de l'air, se séparent de façon à donner environ 10.000 étincelles individuelles par seconde.

[1] *L'Elettricista*, p. 213-215, 1907.

Parmi les différentes méthodes dont le savant italien s'est servi pour influencer les étincelles, il convient de mentionner la méthode des flammes manométriques et celles du fil vibrant dans un champ magnétique, des jets gazeux et des jets de mercure. La méthode qui lui a donné les meilleurs résultats est basée sur l'emploi d'un microphone hydraulique inventé par le professeur Majorana lui-même.

Dans le cas de la téléphonie sans fil, il convient évidemment d'employer des microphones se prêtant à la modification, non pas d'un courant à bas potentiel, comme dans la téléphonie ordinaire, mais de décharges à potentiel élevé, pour lesquelles l'incertitude du contact des grains de carbone des microphones ordinaires serait sans la moindre influence. Aussi le microphone inventé par M. Majorana est-il susceptible de supporter des différences de potentiel de plusieurs milliers de volts, tout en ne s'échauffant pas sous l'action de courants intenses (de quelques ampères).

Ce microphone hydraulique est basé sur les propriétés physiques bien connues des veines liquides. On sait que la fréquence des gouttes individuelles produites par la séparation d'une veine représente, dans les conditions données, la période propre de vibration de cette dernière. Cette période peut s'observer par voie acoustique, en faisant frapper à la veine, dans le point où celle-ci commence à se séparer, une membrane élastique, qui rendra un son correspondant exactement à cette période. Si toutefois des vibrations extérieures viennent frapper la veine liquide, il se manifeste dans cette dernière des contractions périodiques à peu de distance de l'embouchure, contractions qui correspondent exactement à la période des vibrations extérieures. Aussi, la membrane rendra-t-elle les sons correspondant à cette période. Or, en venant heurter une surface plane perpendiculaire à sa direction, la veine produira un voile liquide d'une épaisseur variable suivant les vibrations de la veine.

Le microphone basé sur ces phénomènes comporte, en dehors de l'embouchure ordinaire servant à concentrer les ondes acoustiques, un petit tube en verre parcouru par de l'eau légèrement acidulée et qui se meut librement sous l'action des vibrations de la membrane.

Le liquide, à son issue d'une ouverture de ce tube, après être resté limpide sur une distance donnée, vient frapper la surface plane d'un dispositif dit collecteur, comportant deux morceaux cylindriques de platine isolés l'un de l'autre par un diélectrique solide. En frappant le centre du collecteur, la veine liquide se transforme en un voile mince, mettant les deux parties du collecteur en communication électrique permanente. Un téléphone inséré, avec une pile, dans le circuit de ces deux conducteurs, sera parcouru par un courant constant, aussi longtemps que la membrane n'est pas frappée par les vibrations sonores venant du dehors, c'est-à-dire aussi longtemps que la veine liquide ne se contracte pas. Dès que les sons extérieurs viennent mettre la membrane en vibrations, l'embouchure commencera à vibrer et la veine liquide se contractera d'une façon variable, le voile liquide prenant des épaisseurs continuellement variables suivant les vibrations sonores. L'intensité du courant téléphonique subira par là, en raison des variations de résistance du circuit, des modifications périodiques, assurant la reproduction des sons et mots articulés devant le microphone.

Ce microphone, inséré dans le circuit engendrant les ondes électro-magnétiques et mis en communication convenable avec l'éclateur tournant, servira à modifier l'intensité des étincelles d'accord avec les vibrations sonores des paroles prononcées devant le microphone. Or, ces modifications rendront les sons transmis au détecteur de la station réceptrice avec une fidélité parfaite.

Les résultats obtenus avec ce dispositif ont été excellents. M. Majorana s'est également servi avec succès de l'arc voltaïque de Poulsen à atmosphère d'hydrogène, au lieu de l'éclateur tournant décrit ci-dessus.

§ 4. — Géologie

Les forages artésiens dans le Sud de l'Algérie. — Une des œuvres qui font le plus d'honneur à notre colonisation algérienne est celle des forages artésiens, poursuivie depuis 1856.

Les résultats de la campagne d'hiver 1906-1907 ont été des plus satisfaisants.

Dix ateliers y ont participé : cinq dans le territoire de Touggourt, deux dans le territoire de Ghardaïa, deux dans le territoire des oasis sahariennes et un sur la route d'El-Arich à Berguent, totalement dépourvue d'eau.

Dans l'ensemble, on note une augmentation de débit de 33.780 litres d'eau jaillissante à la minute, ce qui permet une irrigation normale de plus de 800 hectares de palmeraies, soit 120.000 arbres, et ce qui se traduit, pour les propriétaires, par un accroissement de revenu annuel de près de 400.000 francs, non compris les bénéfices que les populations retirent des produits accessoires cultivés dans les palmeraies (céréales, plantes fourragères et maraîchères, arbres fruitiers, etc.).

La région de l'Oued-Rir, dont les excellentes dattes sont répandues sur tous nos marchés, a pour sa part bénéficié d'un accroissement de débit de 21.150 litres; celle d'Ouargla, de 4.140 litres; et celle d'El-Goléa d'un supplément de 5.700 litres.

Une mention spéciale est à faire pour deux puits. Dans l'oasis de Sidi-Amrane (région de l'Oued-Rir), un forage a donné un débit jaillissant de 12.000 litres à la minute, le plus important des débits obtenus jusqu'à ce jour dans le monde entier par les ateliers de forage. Ce volume d'eau permet non seulement d'irriguer les anciennes palmeraies avoisinantes, mais encore de créer une oasis nouvelle de plus de 30.000 palmiers. Le commandant de Touggourt a procédé, le 1er juin dernier, à la répartition entre les indigènes des nouveaux terrains irrigables, dont la plantation commencera incessamment.

Dans la région de Tit, que nous occupons depuis six ans seulement, une nappe jaillissante donnant 2.460 litres à la minute, a été rencontrée à la profondeur de 80 mètres.

Ces chiffres montrent bien l'efficacité des forages dans le développement de l'influence française.

§ 5. — Agronomie

La production et la consommation du thé. — Le thé est une plante de la zone intertropicale humide, qui convient particulièrement aux pays de moussons. A Ceylan et au Japon, les régions les plus productives sont également les plus humides, et dans l'Assam, pays qui tient le record mondial de la pluviosité, l'arbre atteint une hauteur de 15 mètres. D'après Boutilly, les moyennes exigées sont 1m,75 pour les pluies et 24° pour la température. Les soins à donner à la plante, la continuité de la récolte, de même que les manipulations postérieures, réclament une main-d'œuvre abondante, qui fait que le thé ne convient guère qu'aux régions très peuplées, où il se prête fort bien à l'extrême morcellement du sol.

Le grand pays producteur est la Chine; mais les exportations de ce pays sont en diminution constante et régulière, depuis 1886, année où elles atteignirent leur maximum. C'est que la concurrence des provenances de l'Inde et de Ceylan a réduit singulièrement la part du thé chinois sur le grand marché de Londres. En 1905, les importations nettes de thé en Angleterre se sont élevées à 117 millions de kilogs, sur lesquels on comptait seulement 3 millions de thé chinois, soit 2 1/2 %[1]. Le thé chinois est resté cher — en particu-

[1] Cf. en particulier sur la décadence du thé chinois :

er, du fait des taxes intérieures — et sa préparation et sa culture laissent beaucoup à désirer. Au cours de 1905, une Mission chinoise a visité les districts à thé de l'Inde et de Ceylan, mais il faudra attendre encore longtemps sans doute avant de voir employer les méthodes anglaises. La Chine a jusqu'ici conservé le marché russe, — bien qu'on ait commencé avec succès la culture du thé en Transcaucasie. Cette exportation continue à prendre la forme de tablettes — qui renferment la meilleure qualité — et de briques, par le fait du transport en caravanes, avant l'utilisation actuelle du chemin de fer transsibérien. Ce thé en briques est préparé en grande partie dans les usines russes de Han-Kéou. La poussière, placée dans des sacs de coton, est soumise à l'action de la vapeur et pressée fortement à la machine dans des moules de bois. Les briques sont enveloppées de feuilles d'étain et de papier, puis emballées dans des caisses doublées de zinc. Ce produit sert également d'instrument d'échange dans toute l'Asie centrale.

Les thés japonais ont pour principal marché les Etats-Unis. Leur production est stationnaire, mais leur qualité s'est bien améliorée. Les exportations de thé de l'Inde ont progressé jusqu'en 1900; depuis, elles sont en diminution, affectées par la concurrence de Ceylan. La production de cette île ne cesse, en effet, de progresser; l'arbre à thé y a remplacé le caféier, détruit par l'*Hemileia vastatrix*. La qualité du thé de Ceylan provient en grande partie de sa préparation mécanique extrêmement soignée, et les succès qu'il remporte non seulement sur les marchés anglais, mais encore dans les autres pays européens, tiennent, en outre, à la réclame bien comprise qui lui a été faite aux expositions, en particulier à celle de Paris, en 1900. Les exportations de Java vont en majorité à Amsterdam, dont le marché prend de plus en plus d'importance.

On sait que le thé est cultivé en Indo-Chine. Suivant M. Brenier, qui avait organisé à Marseille, de façon si scientifique, l'exposition des produits agricoles de cette colonie, et qui leur a consacré une excellente notice[1], cette plante doit prendre la première place dans les exportations indo-chinoises, bien que la production locale ne suffise pas aux besoins. Inexistante avant 1897, l'exportation a atteint, en 1904, 324.700 kilogs (poids brut). C'est l'Annam qui a fourni jusqu'ici le plus gros appoint; mais le Tonkin, grâce aux efforts des planteurs français, commence à prendre sa part. Les analyses chimiques ont prouvé que ces thés sont comparables aux thés de Chine, dont ils se rapprochent beaucoup plus que des thés de Ceylan. Le mode de culture, qui a déjà fait de grands progrès, pourra être encore amélioré avec le temps, quand les indigènes se seront mieux pénétrés des méthodes modernes en usage à Ceylan. L'augmentation de la consommation métropolitaine est, d'ailleurs, un symptôme encourageant pour le planteur. Elle n'était encore (thés de toute provenance, mais de Chine principalement) que de 614.000 kilogs en 1890; elle a dépassé un million de kilogs en 1904[2]. L'Indo-Chine n'en fournit donc encore que le tiers à peine, mais sa part est appelée à grandir. Il n'y a pas encore de marché proprement dit du thé en Indo-Chine, les prix étant fixés par des accords particuliers entre le planteur ou l'indigène et l'exportateur français. Avec la détaxe du demi-droit, les envois pourront être accrus notablement; mais l'exemption totale pour cette denrée coloniale, comme pour les autres, serait probablement un stimulant puissant, et la juste contre-partie du régime douanier auquel les colonies ont été soumises (application du tarif métropolitain). A ces avantages, il faudrait encore ajouter une publicité du genre de celle qui a fait le succès des thés de Ceylan, en profitant de nos expositions coloniales et des expositions étrangères. Nous avons remarqué à Marseille un produit peu connu en Europe, les fleurs de thé, dont les indigènes d'Indo-Chine font une grande consommation. Ce sont les boutons de la plante, cueillis avant qu'ils soient épanouis et préparés d'après des procédés spéciaux, bien distincts de ceux employés pour la manipulation des feuilles. L'infusion a les mêmes propriétés que celle de la feuille, avec cette différence qu'elle est beaucoup plus parfumée et plus agréable au goût.

Nous avons vu que la consommation du thé tend à s'accroître en France. Ce mouvement, à peu près général en Europe, s'accompagne actuellement d'une hausse des prix; ces deux facteurs ne manqueront pas d'encourager les planteurs de thé.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

Diplomatic and Consular Report. *Trade of Foochow for the year 1905*. London, Foreign Office, 1906. Le consul anglais déclare « moribond » le commerce du thé dans ce port, qui est pourtant, avec Han-Kéou, le grand marché chinois de ce produit.

[1] Cf. *L'Indo-Chine à l'Exposition coloniale de Marseille 1906*. Marseille, 1906. Edition du *Journal des Colonies*.

[2] Nous ne parlons que du thé consommé. L'importation totale (commerce général) a dépassé 3 millions de kilogs en 1903. Une partie est réexportée, ce qui prouve que nous pourrions certainement jouer un rôle plus important à ce point de vue.

§ 6. — Biologie

Enregistrement cinématographique, au moyen des rayons X, de la respiration humaine. — Le cinématographe, loin d'être un objet de curiosité seulement, a été appliqué, dans ces dernières années, à l'investigation et à l'enseignement scientifiques. Cet ingénieux appareil permet, en effet, de décomposer et d'étudier, dans leurs différentes phases, les phénomènes de mouvements les plus compliqués; la reproduction, en une succession rapide, de ces phases donne ensuite l'illusion de ces mouvements mêmes, dont on peut ainsi faire la démonstration devant un auditoire. Les mouvements trop rapides pour être observés à l'œil nu, ou trop lents pour se prêter à l'observation visuelle, se reproduisent à l'aide de cet appareil, avec un ralentissement ou une accélération convenables. Les recherches de M. Marey sur le vol des insectes et les tentatives heureuses de certains botanistes pour reproduire la croissance des plantes font voir tout le parti qu'on peut tirer du cinématographe.

Dans un autre ordre d'idées, on a tenté d'utiliser les démonstrations biographiques pour l'enseignement de la Médecine et la vulgarisation des connaissances médicales. Le Dr Mac Lane Hamilton a, par exemple, reproduit les différentes allures au moyen d'une chambre cinématographique Lumière. Le Dr W. Greenough Chase, à Boston, a enregistré et reproduit, au moyen du biographe, les convulsions des épileptiques. L'importance de ces documents pour l'enseignement de la Médecine est d'autant plus grande que même une pratique de plusieurs années ne saurait embrasser l'infinie variété des cas pathologiques possibles; les phénomènes un peu rares surtout échappent en général à la démonstration directe.

Au récent Congrès de Roentgénographie, tenu à Berlin, le Dr Köhler, de Wiesbaden, a suscité l'intérêt général par la reconstruction biographique qu'il a faite, au moyen des rayons X, de la respiration normale ou pathologique. Bien que reproduits dans la chambre cinématographique, ces diagrammes roentgénologiques n'avaient point été obtenus à l'aide de cet appareil. Il n'est pas impossible, en principe, d'obtenir 10-15 radiogrammes du thorax par seconde, comme cela serait nécessaire pour une démonstration biographique; mais il faudrait un laboratoire spécial pour faire passer sous le sujet une pellicule de 40 centimètres de largeur et de 30 à 40 mètres de longueur, à raison de 15 intermittences par seconde.

Les enregistrements de la respiration, dont la figure

ci-dessous donne un échantillon, ont, par conséquent, été obtenus en combinant différents radiogrammes réalisés avec une pose relativement longue. Leur démonstration biographique produit une impression d'autant plus réaliste que le nombre de phases fixées de la respiration a été plus grand. Dans le cas présent, on a enregistré 20 à 22 phases individuelles de chaque respiration, et, comme chacune de celles-ci avait été projetée deux ou trois fois successivement, l'on disposait de 60 diagrammes pour chaque inspiration et expiration.

Les difficultés qui s'opposent à ce genre de travaux sont évidemment considérables, autant pour le médecin que pour le sujet. Il est, par exemple, extrêmement difficile d'obtenir un certain nombre de diagrammes d'une même personne avec une immobilité parfaite du diaphragme. Beaucoup de radiogrammes doivent être rejetés, et l'on ne peut guère en prendre plus d'un certain nombre, de peur d'endommager la peau du malade. La difficulté la plus grande réside, toutefois, dans l'impossibilité où l'on est de réaliser le même nombre de contrastes et de graduations dans chaque pellicule individuelle.

Fig. 1. — *Portion d'une bande de radiogrammes du thorax, montrant les mouvements de la respiration.*

Aussitôt que l'œil, pendant quelques secondes, s'est fait à l'aspect de ces projections, les imperfections dues à ces inconvénients cessent d'être gênantes et l'on n'éprouve plus aucune difficulté à les contempler. En raison des chocs imprimés au projecteur, et qui, bien que peu importants en eux-mêmes, se font d'autant plus sentir que le grossissement est plus grand, les discontinuités caractéristiques de toute reproduction biographique ne peuvent être entièrement évitées.

Le Dr Köhler présentait aux membres du Congrès deux séries de diagrammes obtenues en supination, avec une distance focale de 75 centimètres et une pose de vingt secondes ; les rayons X étaient produits par une bobine d'induction de 45 millimètres avec un interrupteur à contact glissant et une ampoule Hermann-Köhler à 32 volts et 4 1/2 ampères.

Une de ces séries de diagrammes est relative à un cas de respiration diaphragmatique presque pure, chez un sujet dont le thorax, en raison des déformations des côtes, était presque entièrement rigide. Un phénomène intéressant, démontré pour la première fois par cet enregistrement biographique, c'est l'aplatissement remarquable, pendant une inspiration profonde, des deux moitiés du diaphragme, qui, pendant l'expiration, présentent la voûte caractéristique des sujets normaux.

Faisons remarquer que les radiogrammes des organes de la respiration se prennent, depuis plusieurs années déjà, dans les Instituts médicaux, avec une netteté fort satisfaisante. C'est dire que la reproduction radiographique des poumons et du diaphragme, en soi, n'est nullement chose neuve. On avait même réussi à photographier, au moyen des rayons Roentgen, différents stades de la respiration, tels que, par exemple, l'inspiration et l'expiration extrêmes, mais de préférence la première. Pour la reproduction cinématographique de la respiration, il faut cependant prendre un nombre extrêmement grand de vues individuelles, pour chacune desquelles les poumons, en raison de la quantité plus ou moins grande d'air qu'ils contiennent, présentent une expansion différente. Or, l'on comprendra les difficultés fort sérieuses que pareille tâche doit offrir pour le malade, et les difficultés encore bien plus grandes s'opposant au médecin, chaque radiogramme devant être obtenu avec une disposition absolument identique (distance focale de l'ampoule constante et position identique du sujet et des plaques, malgré les échanges de ces dernières).

La figure ci-jointe représente le thorax d'un sujet normal, vu de derrière : c'est la reproduction d'une portion d'une pellicule de 2 mètres de longueur. Les bandes blanches presque horizontales sont les côtes; la grande tache sombre à droite, traversée par les côtes, est le poumon droit, et la tache sombre, large en haut et pointue en bas, est le poumon gauche. La portion blanche sensiblement triangulaire dans la moitié gauche du thorax est le cœur; les plages plus claires, limitées en haut par des courbes, représentent les deux sommets du diaphragme (celui de droite est un peu plus élevé que l'autre) avec les organes abdominaux placés en dessous. Pendant l'inspiration et l'expiration, les reproductions biographiques font voir les expansions des poumons et les mouvements verticaux alternatifs du diaphragme et du cœur.

Ces enregistrements au moyen des rayons X pourraient évidemment se faire avec une facilité et une précision bien plus grandes, par la photographie directe, à l'aide d'une chambre biographique, des images projetées sur l'écran fluorescent. Au moyen de plaques épaisses en verre à plomb, on pourrait éliminer toute radiation diffuse des rayons X sur les pellicules. Mais nos pellicules et plaques photographiques sont malheureusement loin de présenter la sensibilité voulue pour la lumière fluorescente des écrans au bariocyanure de platine; aussi l'application de cette méthode est-elle encore impossible.

L'invention d'un procédé de sensibilisation des pellicules pour les radiations fluorescentes permettrait sans doute de réaliser un progrès énorme dans cette voie; dans le cas présent, on pourrait, par exemple, reproduire les pulsations du cœur en même temps que les respirations.

Même à l'époque actuelle, et malgré ses imperfections, la méthode biographique est cependant capable de rendre des services précieux à l'enseignement et à l'étude de la Médecine.

Alfred Gradenwitz.

§ 7. — Enseignement

Ecole de Médecine de Marseille. — L'assemblée des professeurs de l'Ecole de Médecine de Marseille vient de présenter un vœu tendant à la transformation de l'Ecole en Faculté de Médecine. Ce vœu est basé sur les considérants suivants :

1° Le nombre des étudiants est suffisant pour justifier la création d'une Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie ;

2° Lors de la transformation des Ecoles de Lyon, Bordeaux, Lille et Toulouse et du transfert de celle de Strasbourg à Nancy, ces Ecoles avaient une centaine d'élèves de moins que celle de Marseille ;

3° La Ville a fait de grands sacrifices pour son Ecole de plein exercice depuis trente-deux ans ;

4° L'importance de la Ville de Marseille est de nature à alimenter l'enseignement dans une large mesure, surtout par ses ressources anatomiques et cliniques, hors de pair avec celles de toutes les autres villes de France, Paris excepté ;

5° Ses relations coloniales la mettent dans une situation privilégiée au point de vue de l'installation d'un enseignement colonial, comme le prouve, du reste, le fonctionnement, déjà très florissant, de l'Ecole d'application du Service de santé des troupes coloniales qui vient d'être créée à Marseille ;

6° Le nombre des chaires est aussi élevé que celui des Facultés et permet aux étudiants d'y trouver un enseignement équivalent, à la dénomination près.

LES MÉTHODES SCIENTIFIQUES DANS L'INDUSTRIE DU CIDRE

Le cidre constitue la boisson journalière des populations du Nord-Ouest de la France, et, à ce titre, l'étude de sa fabrication présente le plus grand intérêt. Cet intérêt redouble si l'on songe que le cidre, resté pendant longtemps une boisson locale, tend de plus en plus à perdre ce caractère en cherchant à devenir d'une consommation plus courante en dehors des pays de production.

Les premières tentatives faites pour en étendre le rayon d'action n'ont pas toujours été couronnées de succès; il ne faut pas s'en étonner, en pensant que le cidre est fabriqué en grande partie par les producteurs agriculteurs eux-mêmes, voués trop souvent à la routine et à l'empirisme, et que la cidrerie, à peine naissante, commence seulement à s'orienter vers les nouvelles méthodes scientifiques.

Nous avons donc à étudier les premiers pas d'une industrie toute nouvelle, qui demande à concourir d'une façon plus efficace à notre alimentation nationale et qui, dès ses débuts, doit lutter contre des concurrents redoutables, le vin et la bière. Ces derniers, conduits aussi, à cause de la production plus grande, à chercher de nouveaux marchés, viennent même jusqu'en Normandie et en Bretagne disputer au cidre sa place sur des tables qu'il était autrefois seul à occuper.

Dans des conditions économiques aussi difficiles, dans ce conflit d'intérêts qui met aux prises les travailleurs du sol du Nord et du Midi, et où le succès apportera avec lui la prospérité ou la gêne des régions de la vigne ou de celles du pommier, nous voudrions montrer dans quelle voie les producteurs de cidre doivent s'engager pour travailler au mieux de leurs intérêts.

Jetons un rapide coup d'œil sur l'état actuel de l'industrie cidrière, afin de connaître tous les facteurs dont nous aurons à tenir compte dans notre étude.

I. — Considérations générales.

Le cidre constitue une boisson hygiénique de premier ordre lorsqu'il est bien préparé. Malheureusement, à l'heure actuelle, le consommateur lui fait souvent de graves reproches : il l'accuse d'avoir une composition et un goût changeants, de manquer de fixité, d'être d'un transport et d'une conservation en fûts difficiles, enfin d'avoir un prix très variable, si bien qu'on ne peut en faire sa boisson journalière lorsque l'on habite en dehors des pays de production.

En vérité, ces reproches sont fondés. Le cidre est encore souvent mal fabriqué, d'abord à cause du peu de soin apporté au choix des pommes, à leur degré de maturité et à leur état de conservation. On travaille parfois des fruits non mûrs et des fruits presque pourris, qu'on broie et presse dans des appareils rudimentaires, dont la propreté laisse quelquefois à désirer; on n'attache pas toujours assez d'importance à la nature des eaux servant à l'épuisement des marcs, et l'on croit se mettre à couvert en répétant ce faux dicton : « La fermentation purifie tout ».

Enfin, on méconnaît les règles les plus élémentaires qui doivent présider à toute fermentation alcoolique; bien peu de brasseurs de cidre, par exemple, se servent du thermomètre.

Au lieu de travailler à température constante, nous voyons brasser depuis septembre jusqu'à février, par tous les temps; fermenter à toutes les températures, dans des locaux ouverts ou fermés : celliers, caves, hangars, cours. Les fûts reçoivent parfois l'action du soleil pendant le jour et celle de la gelée pendant la nuit. Comment espérer réussir dans ces conditions et vouloir produire un cidre de qualité et de conservation constantes?

Actuellement, le cidre ne voyage bien en général qu'à l'état doux, si bien que les expéditions de cidre à longue distance n'ont lieu que pendant les quelques mois qui suivent la fabrication et que tout mouvement s'arrête presque complètement pendant le reste de l'année.

Le commerce de gros des liquides, qui possède chez lui des stocks de vin considérables, n'a pas voulu se charger d'une boisson aussi fragile, aussi périssable que le cidre; et les consommateurs qui savent l'apprécier ont dû renoncer à en faire leur boisson ordinaire, car, comme l'a dit M. Lechartier, « ils ne sont pas certains de pouvoir se le procurer pendant toutes les saisons avec toutes les qualités qu'ils sont en droit d'exiger ».

Pour être recherché, le cidre doit devenir un produit commercial, c'est-à-dire être de qualité régulière, de conservation assurée, de transport facile, de prix sensiblement constant, et enfin être présenté au goût du consommateur.

Nous insistons à dessein sur ce dernier point, car nous savons que, pendant longtemps, les producteurs ont voulu imposer leur goût aux amateurs de cidre et qu'ils n'ont réussi ainsi qu'à les éloigner.

Les fabricants de cidre normands, bretons ou picards ont de tout temps fait le cidre à leur goût, ou plutôt ils ont fait leur goût à celui de la boisson qu'ils obtenaient dans les conditions de la pratique

courante et l'ont même adapté aux variations habituelles de qualité et de saveur de cette même boisson.

De sorte que, dans tout l'Ouest de la France, il arrive souvent que les habitants boivent en hiver un cidre encore légèrement sucré, peu acide, chargé d'acide carbonique; au printemps, un cidre où le goût sucré a plus ou moins complètement disparu et a fait place à une saveur aigrelette recherchée; en été, un cidre tout à fait désucré, à saveur nettement acétique. Dans les années où la récolte des pommes est déficitaire, comme elle le sera en 1907, les populations boivent même généralement toute l'année des cidres acétiques que l'on sucre artificiellement, pour en atténuer le caractère acide parfois exagéré.

Ce n'est pas avec ce cidre, aux caractères si changeants pendant le cours d'une même année, que les producteurs peuvent espérer se créer une clientèle en dehors des pays de production, et ils ont parfaitement compris qu'ils n'y arriveront qu'en présentant des cidres de qualités gustatives bien déterminées et de goûts recherchés par les diverses catégories de consommateurs.

Par exemple, aux habitants des grandes villes comme Paris et aux habitués de nos plages normandes et bretonnes, il faudra fournir un cidre légèrement doux, pas amer, limpide et un peu pétillant. Par contre, la clientèle bourgeoise de nos villes de l'Ouest préférera des cidres secs, complètement désucrés, légèrement amers, bouquetés, à peine chargés d'acide carbonique. Aux habitués de nos cafés, qui demandent en été des boissons rafraîchissantes et pétillantes, il faudra présenter le bock de cidre mousseux. Pour les pays étrangers, préparer des cidres qui soient du goût de leurs habitants et savoir les leur faire parvenir en bon état de conservation.

Cela établi, voyons si le producteur de cidre est placé dans des conditions économiques satisfaisantes pour fournir des boissons répondant à ces desiderata.

La première des conditions nécessaires pour y arriver facilement serait, tout d'abord, de posséder une matière première d'un prix relativement stable et de pouvoir la travailler ensuite avec tout le soin et le temps utiles.

Or, la production cidrière subit annuellement des variations considérables. Pour en donner une idée, disons que la production du cidre, qui est évaluée pour la dernière période décennale à 15 millions d'hectolitres par an, a été en 1903 de 4.500.000 hectolitres, en 1904 de 36.400.000, et en 1905 de 4.000.000 d'hectolitres. Soit, pour 1903 et 1905, des récoltes huit et neuf fois plus faibles que celle de 1904, qui s'éloigne elle-même considérablement de la moyenne annuelle.

Dans aucune autre culture ou industrie française on ne constate des écarts aussi grands dans la production; en particulier, pour le vin, le rapport entre la production maximum et la production minimum ne dépasse pas deux.

Les fluctuations de la récolte sont donc, pour le cidre, quatre fois plus considérables que pour le vin et ont leur répercussion immédiate sur le prix des pommes et des cidres.

C'est ainsi que l'on voit les pommes valoir tantôt 20 francs, tantôt 200 francs les 1.000 kilogs. Les prix des cidres ne présentent pas heureusement de tels écarts; les cidres marchands, par exemple, oscillent entre 7 et 20 francs l'hectolitre et ne présentent ainsi que des variations du simple au triple. Ces prix, relativement stables en comparaison de ceux des pommes, sont obtenus grâce à un sucrage et à un mouillage déterminés.

La qualité des cidres ainsi obtenus ne peut être constante, et il ne faut pas s'étonner si le consommateur se tourne volontiers vers le vin et la bière.

Même dans les pays de production, où l'on est habitué aux variations diverses que nous venons de signaler, le marché aux cidres ne parvient pas, malgré le mouillage et le sucrage, à trouver la stabilité désirable.

Pour la même raison, les cidreries, dont l'installation, encore rudimentaire, aurait souvent besoin d'être modifiée, hésitent à faire de nouvelles dépenses pour renouveler leur matériel. Ne travaillant pas, d'une façon régulière, la même quantité de fruits tous les ans et ne produisant pas, par conséquent, la même quantité de cidre, elles sont obligées quand même de supporter annuellement les mêmes frais généraux, qui sont très élevés, et perdent ainsi, une année sur deux, une partie de leurs bénéfices.

On s'explique ainsi en partie pourquoi l'industrie du cidre a évolué moins vite que les industries du vin et de la bière. Les capitaux ont hésité à venir à son aide, à la transformer, à lui fournir un matériel coûteux et risquant de ne pas être utilisé tous les ans.

La cidrerie naissante s'est installée quand même, relativement à peu de frais, dans des locaux souvent dépourvus de caves, qui n'étaient pas faits pour elle. Employant des procédés de fabrication plus parfaits que ceux du paysan, elle s'est cependant heurtée aux mêmes difficultés que lui, et n'a produit que les mêmes cidres, tantôt parfaits, tantôt médiocres; mais, comme l'agriculteur producteur, elle reste toujours pleine de bonne volonté pour faire mieux et espère sortir bientôt de l'état de malaise où elle se trouve actuellement.

II. — Les moyens d'action.

Le remède à une pareille situation serait tout d'abord d'atténuer, de faire disparaître les variations extraordinaires de la production en obligeant nos pommiers à nous fournir des récoltes régulières et annuelles. Malheureusement, par sa nature même, le pommier à cidre ne donne que des récoltes bi ou triannuelles : nous ne sommes pas encore parvenus à sélectionner des variétés fertiles tous les ans, et il nous faut toujours compter avec certaines influences météorologiques contre lesquelles nous n'avons presque aucun moyen de défense.

Il nous reste la ressource de faire de très grosses réserves de fruits ou de cidres dans les années d'abondance. En ne jetant ces stocks sur le marché qu'au fur et à mesure des besoins, on créerait au cidre les prix à peu près stables qu'il doit avoir.

§ 1. — Conservation des fruits.

Est-il possible, pratiquement, de faire des réserves de fruits pendant un, deux ou trois ans, c'est-à-dire pendant le temps qui s'écoule, en général, entre deux années de grosse production?

On ne connaît pas de procédés de conservation pouvant être appliqués pendant un temps aussi long aux fruits à l'état frais ; tout au plus peut-on en prolonger la conservation de quelques mois en les plaçant dans des greniers, silos, chambres frigorifiques.

D'expériences entreprises en Angleterre par le Jodrell Laboratory à Kew, il semble résulter que l'on puisse augmenter de deux mois environ la durée de conservation des fruits commerciaux en les soumettant à un lavage au formol à 4 % pendant dix minutes. J'ai répété les mêmes essais[1] sur des pommes à cidre de diverses variétés et je n'ai obtenu aucun résultat; les fruits non traités se sont conservés plus longtemps que les formolés. Pour juger définitivement la valeur du procédé, il faudrait répéter les expériences dans des cidreries sur de grandes quantités de pommes.

On sait très bien conserver les fruits à l'état sec. L'industrie des pommes sèches a donné des résultats merveilleux aux États-Unis et au Canada ; il serait donc désirable de la voir naître et se développer en France. Elle nous permettrait, notamment, de créer un courant d'exportation vers l'Allemagne, qui demande pour le moment ces fruits séchés aux États-Unis, et nous dispenserait d'importer chaque année en France pour plus d'un million de francs de pommes sèches à cidre. Elle serait, en outre, d'un très grand secours aux cultivateurs, en leur permettant de faire, avec les produits mêmes de leur sol, des boissons saines, hygiéniques, économiques pour leur personnel et de s'affranchir ainsi des boissons dites *de fantaisie*, qu'ils achètent aujourd'hui à des industriels qui réalisent de gros bénéfices. Certains cidriers voient dans la fabrication des pommes sèches le moyen d'arriver à produire à tout moment le cidre commercial, et demandent la modification des règlements existants, qui défendent aujourd'hui la vente des cidres de pommes sèches et n'autorisent que celle des boissons au-dessous de 3° d'alcool.

Pour notre part, nous ne pensons pas qu'il y aurait danger à apporter une pareille modification; mais nous sommes loin de considérer cette fabrication de cidre comme le procédé idéal. Les cidres que nous avons fabriqués avec des pommes que nous avions desséchées nous-même à l'aide d'appareils spéciaux sont toujours restés nettement inférieurs aux cidres de pommes fraîches.

L'industrie des pommes sèches en France ne serait qu'une industrie temporaire, ne travaillant que tous les trois ou quatre ans, années d'abondance de fruits. Dès lors, serait-elle rémunératrice? Les frais d'amortissement des appareils à dessécher ne seraient-ils pas trop élevés? Aucun essai fait sur une large échelle n'a été tenté en France; les fabricants de cidre qui ont étudié le problème ne le croient réalisable et économique qu'à la condition de pouvoir utiliser librement les pommes sèches dans leur fabrication. Ajoutons enfin, à titre de renseignement, qu'en Allemagne des expériences ont fait ressortir le prix de dessiccation à 2 fr. 50 les 100 kilogs de pommes travaillées.

§ 2. — Conservation des moûts de pommes.

Depuis quelque temps, on a cherché à faire des réserves de jus de pommes en le stérilisant à la sortie du pressoir.

Si de tels procédés pouvaient être utilisés, on emmagasinerait le moût dans des récipients, fûts ou cuves, et on ne le mettrait en fermentation qu'au moment voulu, six mois, un an, deux ans après sa récolte; en un mot, on fabriquerait le cidre là et quand l'on voudrait.

Divers moyens ont été préconisés; mais, pour l'instant, aucun n'est encore entré dans la pratique courante. Ceux qui ont été particulièment étudiés sont basés sur l'action de la chaleur, ou des antiseptiques, tels que l'acide sulfureux, le formol.

M. Rosenstiehl opère par chauffes successives entre 55° et 60° à l'abri de l'air et en présence d'acide carbonique pour éviter le goût de cuit. Des essais ont été faits à l'aide de son appareil, il y a plusieurs années, dans une cidrerie du pays d'Auge;

[1] G. Warcollier : Conservation des pommes à cidre par l'emploi du formol. *Société nationale d'Agriculture*, 3 juillet 1907.

nous ne croyons pas que les résultats aient été satisfaisants, car, à notre connaissance, les expériences n'ont pas été continuées.

Nous avons entrepris, en 1904 et en 1905, des essais de stérilisation à l'aide d'un pasteurisateur continu, sans parvenir à obtenir des résultats constants et durables. Nous avons seulement mis en évidence les points suivants : la stérilisation peut être obtenue par deux chauffes à 60° ou une chauffe à 65°. Les moûts ont un goût de cuit prononcé, si on les soumet à une température supérieure à 65°. Les cidres préparés avec les moûts obtenus n'ont, au contraire, aucun goût de cuit, mais possèdent une âpreté et une astringence assez marquées. Certains moûts chauffés restent indéfiniment troubles, et les cidres qu'ils donnent sont très difficiles à clarifier; les matières pectiques et albuminoïdes qu'ils renferment sont à un état physique tel qu'elles ne se coagulent plus pendant la fermentation et passent même à travers les filtres à pâte de cellulose sans perdre leur état colloïdal primitif.

Nous nous proposons de reprendre les expériences de stérilisation prochainement avec un appareil plus parfait. Nous voudrions voir s'il ne serait pas possible d'obtenir d'une façon régulière des moûts limpides et sans goût de cuit, permettant de fabriquer les *cidres sans alcool* qui nous sont demandés par les ligues antialcooliques, les sociétés et les restaurants de tempérance des Pays scandinaves.

M. Perrier[1] a préconisé l'emploi du formol pour stériliser les moûts; il conseille de laver les fruits avec une solution de formol à 8 °/₀₀ pendant dix minutes, de les broyer et presser ensuite avec des appareils lavés eux-mêmes à l'eau formolée à 4 °/₀₀. Les moûts seraient pratiquement stériles; les cidres obtenus avec ces moûts, ensemencés avec des levures sélectionnées, ne renfermeraient que des traces de formol. Le procédé serait des plus économiques; il est donc à souhaiter que des essais répétés dans les cidreries viennent en établir définitivement la valeur et le faire adopter.

On a tenté aussi l'emploi de l'acide sulfureux pour stériliser les moûts de pommes. M. Alliot[2] conseille la dose de 20 grammes de métabisulfite de potasse par hectolitre, soit 10 grammes d'acide sulfureux.

Des essais répétés, dont les résultats n'ont pas encore été publiés, nous ont montré que cette dose est tout à fait insuffisante; nous avons dû ajouter jusqu'à 100 grammes de métabisulfite, soit 50 gr. d'acide sulfureux, pour obtenir la stérilisation.

A cette dose, nous avons alors reconnu qu'il était ensuite difficile de faire disparaître l'acide sulfureux dans les cidres. Un barbotage d'air pendant quinze heures n'a produit aucun résultat, l'acide sulfureux étant resté à un état combiné très stable. Une addition d'eau oxygénée a fait baisser sensiblement le taux d'acide sulfureux; mais son emploi est tout à fait limité, car les tannins du cidre sont oxydés en même temps que l'acide sulfureux, et l'on a rapidement la production de goûts d'amertume et de cuit qui dénaturent la boisson.

§ 3. — Conservation des cidres.

Devant l'imperfection des moyens que nous venons d'étudier, il nous reste à réaliser la conservation à longue durée du cidre lui-même.

Bon nombre de praticiens et d'auteurs affirment que le jus de pommes doit fermenter rapidement pour donner un cidre de qualité, et, assimilant la fermentation du cidre à celle du vin, ils ont donné comme règles de fabrication, à quelques détails près, celles qui président en vinification. C'est ainsi qu'ils ont recommandé, dès la mise du jus de pommes en fût, une fermentation rapide à 15°-20°, une aération des moûts, un premier soutirage lorsque l'effervescence se ralentit et que la densité est à peu près réduite de moitié.

A notre avis, cette méthode ne donne, en général, que de mauvais résultats appliquée à la fermentation des moûts faits avec nos pommes à cidre françaises; tout au plus peut-elle donner quelque satisfaction dans le travail des pommes aigres, que l'on ne rencontre plus qu'en très petites quantités dans nos vergers.

De nombreux essais ont été cependant faits pour mettre en valeur ce procédé, qu'on a cherché ensuite à améliorer. On a lavé les pommes pour obtenir des moûts aussi peu contaminés que possible, qu'on a ensemencés alors à l'aide de levures sélectionnées vigoureuses, puis on a conduit la fermentation vers 15°. Les résultats obtenus ont été rarement satisfaisants et beaucoup de cidreries ont tout à fait abandonné cette technique.

Le vice initial du procédé est d'opérer la fermentation du moût avant de permettre à celui-ci de se dépouiller d'une partie des matières pectiques qu'il renferme, et de subir en même temps une véritable épuration microbienne; si bien que les cidres obtenus, fermentés trop vite, sont condamnés à rester presque toujours troubles et à n'avoir aucune durée de conservation. Ajoutons que ces cidres sont le plus souvent sans fruité, car celui-ci a disparu en fin de fermentation; qu'ils sont pâles,

[1] Perrier : *Bulletin de l'Association française pomologique*, 1903, 1904, 1905, 1906.
[2] Alliot et Jacquemin : *La Cidrerie moderne*.

décolorés, les tannins oxydés solubles qui donnent la couleur aux cidres normaux ayant été précipités et insolubilisés ou bien décolorés.

Il était donc certain que les levures sélectionnées, employées dans de telles conditions, ne pouvaient pas améliorer sensiblement la valeur des cidres fabriqués. Pour pouvoir agir d'une manière efficace, les levures ne doivent être apportées dans le moût que lorsque celui-ci a subi le phénomène que nous appelons *défécation* et sur lequel nous reviendrons plus loin. Or, à notre connaissance, aucune expérience en grand d'emploi des levures pures n'a été faite dans ces conditions.

Nous ne savons donc pas aujourd'hui ce que les levures sélectionnées pourront donner en cidrerie, puisque tous les essais industriels sont à reprendre.

D'ailleurs, il y a encore d'autres raisons pour réserver notre opinion. C'est que les levures pures ne peuvent donner des cidres identiques tous les ans que si on les ensemence dans des moûts de composition identique et si on les place dans des conditions de travail toujours les mêmes. Or, comment songer à obtenir des moûts de pommes identiques tous les ans, quand nous ne disposons ni des mêmes fruits ni des mêmes mélanges et que les conditions de maturité sont si variables chaque année? En admettant même que nous arrivions à préparer des moûts de même acidité, de même richesse saccharine, nous ne pouvons songer à leur donner la même richesse en tannin, matières azotées, etc., substances qui toutes ont une influence sur le développement de la levure, sur ses sécrétions, ses diastases.

Nous ne sommes pas mieux outillés pour placer la levure dans des conditions de température constante pendant tout le temps de son travail. Dès lors, pourquoi attendre des résultats constants des levures pures? Si nous chauffons nos moûts pour nous mettre à l'abri des ferments naturels qu'ils contiennent, nous apportons alors de plus grandes complications dans le problème, et nous ne savons plus, en définitive, si les améliorations ou les défectuosités des cidres obtenus sont dues à la levure pure employée, ou à l'action de la chaleur sur les moûts, ou à la résultante de ces deux actions.

Les études des savants qui se sont occupés de l'emploi des levures pures en cidrerie, comme MM. Kayser, Martinand, Jacquemin, Dienert, montrent la voie à suivre pour des recherches nouvelles, mais sont loin d'avoir résolu le problème.

Ajoutons enfin que les levures pures sélectionnées présentées aux fabricants de cidre sont des levures vigoureuses, terminant la fermentation rapidement, et qui, par conséquent, vont à l'encontre du but à atteindre, celui de réaliser une fermentation très lente. Ces levures, ensemencées largement dans les moûts à l'aide de pieds de cuves, ne permettent même aucun soutirage convenable, et ne peuvent, par conséquent, conduire à l'obtention de cidres secs, limpides, de longue conservation.

III. — Nos recherches.

En observant les conditions naturelles dans lesquelles se fait le cidre chez le cultivateur, j'ai remarqué que la fabrication est d'autant mieux réussie, en général, qu'elle a lieu en hiver et qu'elle dure plus longtemps. Aussi, sans chercher à modifier totalement une pratique qui a pour elle la consécration du temps et qui a donné très souvent des cidres parfaits, j'ai essayé seulement de la rendre plus parfaite. C'est dans cet esprit que j'ai entrepris mes recherches, que j'ai été conduit à recommander de fermenter le cidre à la manière de la bière et non à celle du vin, et que je suis ainsi arrivé à réaliser la production d'un cidre doux de longue conservation, qui doit permettre à la cidrerie de supporter les brusques variations de la production des fruits, et de fournir en même temps une boisson au goût du consommateur.

Je vais exposer rapidement les points principaux de la fabrication du cidre qui ont retenu spécialement mon attention.

§ 1. — Récolte des pommes.

En examinant de près les conditions dans lesquelles sont récoltées les pommes à cidre, j'ai reconnu qu'on est loin d'apporter à cette opération tous les soins désirables, et que la plupart des pommes, surtout celles à chair tendre, se trouvent meurtries.

En dehors du très grave danger que présentent ces meurtrissures d'être des portes ouvertes aux champignons, causes de la pourriture des fruits, j'ai remarqué, chez les pommes blessées au moment de la récolte, que les parties meurtries constituent de véritables zones où l'amidon séjourne indéfiniment, même quand les fruits deviennent mûrs ou pourrissent.

Mes observations ont été basées sur l'étude microscopique de nombreuses variétés de pommes de première, deuxième et troisième saison.

Il m'a paru intéressant de rechercher la cause de l'immobilisation de l'amidon dans les zones blessées.

L'observation m'a montré, tout d'abord, que ces zones brunissent immédiatement au contact de l'air; nous savons que ce brunissement est dû à l'oxydation du tannin des cellules blessées de la pomme par une oxydase découverte et étudiée par M. Lindet.

J'ai alors pensé que le tannin pourrait bien être la cause plus ou moins directe de la persistance de l'amidon dans les parties blessées. J'ai pu vérifier cette hypothèse[1] et montrer que le tannin, par son action sur l'amylase, empêche cette diastase de transformer l'amidon en sucres fermentescibles. En présence des quantités d'amidon perdues au moment de la récolte, par la faute et la négligence des cultivateurs, on ne saurait trop leur recommander les plus grands soins dans la cueillette, le transport et la manutention des fruits de pressoir.

§ 2. — Cuvage de la pulpe fraîche.

On se demande depuis longtemps, en cidrerie, si l'on doit presser la pulpe de pommes immédiatement après son broyage, ou la laisser cuver au préalable pendant douze heures?

Presque tous ceux qui ont étudié la question estiment que l'exposition de la pulpe à l'air, c'est-à-dire le cuvage avec pelletage, doit être rejetée; on observe, en effet, que, dans ces circonstances, le tannin du moût s'oxyde rapidement, se fixe en s'insolubilisant sur le marc, et se trouve perdu. Dans certains de mes essais, j'ai constaté la disparition totale du tannin dans les moûts.

J'ai observé, en outre, d'autres faits intéressants[2]. De la pulpe de pommes, broyée et laissée quelque temps à l'air, par conséquent colorée, est capable, lorsqu'on la met ensuite à l'abri de l'air, de se décolorer, de devenir tout à fait incolore. Il y a là un phénomène de réduction, une action diastasique très nette, agissant sur le tannin oxydé coloré pour le transformer en tannin incolore. De sorte que, si l'on fait cuver de la pulpe à l'abri de l'air, on a tous les avantages que le cuvage peut réaliser sans craindre la moindre perte en tannin, substance que les cidres ne renferment jamais trop pour bien se conserver.

En ce qui concerne l'utilité du cuvage lui-même, il n'est pas permis d'être trop affirmatif; mais j'ai déterminé des cas de fabrication où le cuvage donne d'excellents résultats et est, par conséquent, à conseiller; j'en dirai quelques mots en parlant de la défécation des moûts.

§ 3. — Défécation des moûts de pommes.

Examinons du jus de pommes placé à sa sortie du pressoir dans un tonneau et abandonné dans une cave depuis plusieurs jours.

Nous verrons, si les circonstances sont favorables, se former à la surface du liquide une écume brune, un chapeau couleur de pain d'épice; en même temps, nous constaterons qu'il s'est produit dans toute la masse du liquide un commencement de fermentation; que des bulles d'acide carbonique viennent crever dans le chapeau en produisant un petit sifflement caractéristique, et enfin, point extrêmement important, que le liquide tout entier est devenu limpide.

Il y a eu défécation du moût. Une partie de la pectine qu'il renfermait s'est coagulée sous l'action de la pectase contenue aussi dans le moût et est venue former le chapeau, en produisant en même temps un collage du liquide.

Nous saisissons immédiatement l'importance de l'*épuration physico-chimique* du moût produite par les phénomènes dont nous venons de parler. En effet, cette épuration en amène une autre, une *épuration microbienne*, qui laisse le jus non seulement limpide, de belle couleur, mais qui le prive de la presque totalité des germes étrangers et ferments de maladies.

J'ai fait une étude[1] assez complète de tous ces phénomènes et cherché à préciser les conditions nécessaires à leur réalisation.

Pour obtenir l'épuration physico-chimique du moût, il faut : 1° provoquer une défécation du moût sortant du pressoir en coagulant une partie des matières pectiques qu'il renferme; 2° produire la rétraction du coagulum; 3° déterminer, par un commencement de fermentation lente, la formation d'un chapeau brun et d'un dépôt de lies.

On obtient ainsi un liquide déféqué, clair, débarrassé de la presque totalité des impuretés, ferments de maladies et substances étrangères apportées par les fruits, prêt à fermenter dans d'excellentes conditions.

Avant d'aller plus loin, il est nécessaire de préciser la théorie, cependant encore un peu indécise, de la défécation spontanée ou provoquée des moûts.

La fermentation pectique se produit par l'action de la pectase sur la pectine du moût (Frémy)[2]. Le composé insoluble qui se forme est un pectate de chaux; l'action dépend des proportions relatives de pectase, de sels de chaux et d'acides libres en présence, les acides étant des paralysants (Bertrand et Mallèvre)[3]. L'addition de phosphate bicalcique au moût de pommes favorise la coagulation des matières pectiques (Louïse)[4].

J'ai observé, de mon côté, que : 1° les tannins du moût de pommes sont des paralysants de la coagulation; 2° les sels d'alumine à certaines doses ont une action favorisante égale à celle des sels de

[1] Warcollier : *Comptes rendus*, 21 août 1905.
[2] G. Warcollier : Congrès pomologique, Vitré, 1904.

[1] Warcollier : Congrès de Pomologie, Laval, 1906.
[2] Frémy : *Ann. de Phys. et Chimie*, 3e série, t. XXIV, 1848, p. 1.
[3] Bertrand et Mallèvre : *Comptes rendus*, t. CXIX et CXX, et *Bull. Société chimique*, 1894.
[4] Louïse : *Société nationale d'Agriculture*, mai 1901.

chaux; 3° dans les composés pectiques insolubles coagulés, la proportion de chaux qui s'y trouve n'est jamais constante; par conséquent, on ne peut pas considérer ce phénomène comme une réaction définie, aboutissant à la formation d'un pectate de chaux ; 4° en dehors des sels de chaux étudiés par les auteurs précédents, d'autres composés calciques provoquent la coagulation des matières pectiques dans des conditions parfaites, le sucrate ou saccharate de chaux en particulier; 5° il est dangereux d'employer pour la coagulation des matières pectiques des doses trop fortes de défécants, ceux-ci pouvant alors dénaturer le cidre, y provoquer même l'apparition de goûts amers, terreux, ou de goûts dits « framboisés », dus à des fermentations particulières que nous étudions en ce moment ; 6° en pratique, on ne peut pas laisser, après traitement, dans les moûts déféqués, plus de 300 à 400 milligrammes de chaux ou d'alumine en solution, sans s'exposer aux accidents que je viens de signaler.

J'ai reconnu, en outre, que : 1° pour chaque variété de fruits, il existe un degré de maturité où la coagulation des matières pectiques s'effectue d'une façon plus rapide et plus parfaite ; 2° ce degré de maturité varie chaque année suivant les conditions climatériques, l'exposition, la végétation de l'arbre, la nature du sol, etc., en un mot, suivant les propriétés physiologiques et la composition chimique du moût ; 3° il est toujours plus facile, en général, d'obtenir la coagulation des matières pectiques des moûts préparés en travaillant un mélange de diverses variétés que celle des moûts provenant d'une variété unique ; 4° dans une exploitation agricole donnée, on peut arriver par tâtonnements à composer des mélanges de variétés venues dans des conditions connues d'exposition, de sol, brassées à époque convenable, où la coagulation des matières pectiques s'effectue facilement sans addition de sels défécants (chaux, alumine); 5° la cidrerie industrielle qui travaille des fruits « *tout venant* » de diverses provenances et maturités ne peut guère obtenir la défécation des moûts sans l'emploi de défécants à doses convenables.

En ce qui concerne l'influence du cuvage sur la défécation, j'ai reconnu que le cuvage permet de laisser en contact le jus avec le marc qui est très riche en pectase. En même temps qu'il se produit une dissolution des matières pectiques dans le jus, il y a enrichissement de ce jus en pectase et meilleures conditions de coagulation.

Le cuvage conviendra aux variétés acides, où la coagulation est difficile à réaliser; par contre, il sera à rejeter pour les variétés très riches en tannin, substance empêchant la coagulation.

Le cuvage ne conviendra pas non plus aux fruits où les matières pectiques sont voisines de l'état de coagulation, pour les moûts visqueux, gras, en un mot pour les variétés de troisième saison conservées au grenier pendant de longs mois.

Ceci dit, voici la méthode de défécation industrielle que je préconise :

Les pommes à cidre, achetées dans les diverses régions de production, seront conservées saines, puis mélangées, lavées et brassées au moment où elles auront acquis leur plus grande richesse en sucre et où leur parfum sera le plus développé.

Le moût sortant du pressoir sera additionné de 1 à 3 grammes d'acide sulfureux par hectolitre pour empêcher l'oxydation trop rapide des tannins à l'air, pour conserver ultérieurement au moût sa couleur normale et prévenir le noircissement.

On provoquera alors la coagulation d'une partie des matières pectiques du moût, en ayant soin d'empêcher pendant ce travail tout mouvement violent du liquide et toute fermentation rapide dégageant de nombreuses bulles d'acide carbonique. Pour cela, le moût sera amené à une température suffisamment basse, voisine de 4° à 6°, obtenue naturellement ou artificiellement ; ou bien, si ceci est impossible à réaliser, sera additionné de doses d'acide sulfureux permettant d'obtenir un retard sensible de la fermentation.

L'acide sulfureux sera introduit de préférence à l'état gazeux, ou bien alors sous forme de métabisulfite de potasse. Son action n'est pas aussi sûre, aussi régulière que celle des basses températures et peut dénaturer momentanément la couleur, le goût et les qualités hygiéniques des boissons obtenues.

Si la défécation du moût ne s'opère pas alors normalement, on ajoutera une substance défécante. Nous donnons la préférence au sucrate de chaux, en veillant à ce que la dose totale dans le moût ne dépasse pas 300 à 400 milligrammes par litre. L'emploi du phosphate bicalcique n'est pas à conseiller ici, où tous nos efforts concourent à appauvrir le moût en acide phosphorique et azote.

La coagulation des matières pectiques, leur rétraction, la formation d'un chapeau brun due à la fermentation commençante qui suit, sont des phénomènes ne devant pas demander plus de huit à dix jours pour se produire.

Le moût limpide obtenu est alors soutiré « entre deux lies » ; si, à ce moment, son acidité est inférieure à 1 gr. 5 (exprimée en acide sulfurique), on s'en rapprochera par addition d'acide tartrique.

A ce moment, le moût est prêt à fermenter; nous le placerons alors dans des conditions telles que la fermentation ne soit pas poussée jusqu'au bout, afin que le cidre reste doux.

§ 4. — Production d'un cidre doux.

Plusieurs moyens ont été préconisés pour arriver à ce résultat.

Celui qui vient immédiatement à l'esprit, c'est de fermenter avec des levures incapables de détruire tout le sucre du milieu. M. Kayser a isolé des levures à cidre sans sucrase, qui ne peuvent, par conséquent, agir sur le saccharose contenu normalement dans les moûts. Un moût ensemencé uniquement avec ces races de levures donnerait un cidre d'autant plus doux qu'il contiendrait à l'origine plus de saccharose.

Pour résoudre le problème, il faudrait d'abord priver les moûts des levures à sucrase et, pour cela, les stériliser, ce qui n'a pu être réalisé industriellement, comme nous l'avons dit ; il faudrait faire aussi une étude complète des levures sans sucrase, parmi lesquelles il faudrait, probablement, éliminer les levures apiculées, qui ont un trop faible pouvoir fermentatif et qui produisent souvent des bouquets peu agréables.

En admettant même que l'on parvienne à stériliser le moût sans le dénaturer et qu'on ait une bonne levure sans sucrase, on ne serait pas encore sûr d'avoir résolu le problème ; car il semble démontré qu'en faisant varier la nourriture d'une levure ne renfermant pas de sucrase, on puisse, au bout d'un certain temps, arriver à provoquer chez cette levure l'apparition de cette diastase et lui faire fermenter le saccharose.

M. Kayser a montré, dans son étude sur les levures de cidre, que certaines levures, seules ou en mélange, laissent du sucre non fermenté dans les cidres obtenus, et il a conclu qu'il y avait des « levures à cidre doux ». M. Alliot a préconisé aussi l'emploi d'une levure isolée de mélasse de canne, levure à faible atténuation.

L'industrie n'a rien pu tirer jusqu'à présent de ces données. Il y a bien de petites différences dans les atténuations, suivant que l'on emploie telle ou telle levure ; mais ces différences sont insignifiantes et jamais constantes. On peut dire qu'en pratique l'atténuation est réglée simplement par la composition chimique du moût, et varie par conséquent avec la provenance des pommes, la nature du jus, sa richesse en azote, en acide phosphorique, etc.

J'ai isolé de cidres naturellement restés sucrés des levures que l'on pouvait appeler « levures à cidre doux » ; placées dans certains moûts, ces levures ont donné des cidres restant sucrés ; mais, toutes les fois que je les ai mises dans un milieu qui leur convenait, elles ont toujours poussé la fermentation jusqu'au bout et détruit tout le sucre.

On pourrait obtenir un cidre se conservant doux en le pasteurisant. Lorsque le cidre aurait une densité convenable, 1.025, 1.020, 1.010, c'est-à-dire renfermerait sensiblement 50, 40, 20 grammes de sucre par litre, on le fixerait, en quelque sorte, à cet état.

Malheureusement, la pasteurisation du cidre n'est pas plus résolue que celle des moûts, et nous sommes toujours à la recherche d'un procédé respectant la composition chimique du cidre, sa teneur en acide carbonique dissous, son goût, son fruité, sa couleur, sa limpidité, et ne faisant apparaître aucun goût de cuit.

J'ai cherché à résoudre la question d'une autre façon[1]. J'ai reconnu qu'on pouvait arrêter à un moment donné la fermentation d'un cidre en affamant la levure, en la privant de nourriture, en supprimant, par exemple, les matières azotées assimilables du milieu.

Pour cela, j'ai opéré les premiers temps de la fermentation au contact de l'air, en aérant le moût, et en favorisant ainsi le développement de la levure, qui, dans ces conditions, au lieu de donner de l'alcool, bourgeonne, se multiplie activement et augmente de poids dans de grandes proportions. Si tout l'azote du moût est transformé en globules de levure, on n'a plus qu'à soutirer avec précaution, à enlever le dépôt de levures, pour priver d'un seul coup le milieu d'azote et le rendre non fermentescible.

Le moût de pommes est naturellement pauvre en azote ; il n'en renferme, en moyenne, que 100 milligrammes par litre. Or, la levure sèche contient de 9 à 10 °/₀ d'azote ; pour épuiser d'azote un moût qui en renferme 100 milligrammes par litre, il suffira d'y produire un gramme de levure, ce qui est réalisable en pratique.

Nos essais de laboratoire nous ont permis, en soutirant et filtrant les moûts ainsi traités, d'obtenir des cidres restant doux.

En opérant en grand, le procédé présente quelques difficultés ; on risque, en aérant insuffisamment, d'obtenir une fermentation alcoolique trop rapide, et, avec des moûts peu riches en acidité comme le sont généralement ceux de Normandie, il arrive que les tannins s'oxydent trop rapidement à l'air sous l'action de l'oxydase et que l'on obtient parfois des cidres ayant une tendance à se plomber et à noircir.

Le nouveau procédé de fabrication que je préconise aujourd'hui est basé aussi sur la façon dont la levure se comporte selon qu'elle est placée à l'air

[1] G. Warcollier : *Bulletin. Association française pomologique*, 11e fascicule, 1904.

ou à l'abri de l'air. L'expérience de Denys Cochin nous a appris que la levure ne peut vivre indéfiniment sans air, et que, si l'on fait une suite de cultures de levure à l'abri de l'air, au bout de quatre cultures, cinq au maximum, la levure est incapable de faire fermenter le milieu.

Pasteur, dans des expériences restées classiques, nous a montré qu'en faisant fermenter un liquide complètement à l'abri de l'air et avec des traces de levure, on peut rendre la fermentation interminable, c'est-à-dire avoir, après fermentation, un milieu encore sucré.

Plus récemment, M. Mazé a montré, en précisant davantage, que la vie de la levure à l'abri de l'air est limitée parce que la zymase, diastase qui dédouble le sucre en alcool et acide carbonique, disparaît peu à peu pendant la vie à l'abri de l'air de la levure.

La zymase, disparaissant, laisse intacte une quantité plus ou moins grande de sucre non transformé et permet d'obtenir, par conséquent, un liquide encore sucré; si bien qu'on peut avoir à volonté un moût plus ou moins fermenté, suivant qu'on règle la quantité de levure initiale et la multiplication de celle-ci par l'accès plus ou moins ménagé de l'air.

Partant de ces données, j'ai pensé que le meilleur moyen d'obtenir un cidre doux était de préparer un moût de pommes stérile, bien déféqué, de l'ensemencer avec une quantité limitée de levure et de le placer à l'abri de l'air pendant toute la durée de la fermentation.

Dans ces conditions, la fermentation devait s'arrêter d'elle-même avant la disparition complète du sucre. En soutirant ensuite le cidre à l'abri de l'air, il semblait possible, *a priori*, d'obtenir un cidre doux qui garderait indéfiniment les caractères et les qualités organoleptiques que la fermentation lui aurait donnés.

Mes essais vérifièrent complètement mes déductions. En partant de moûts bien déféqués obtenus par les procédés habituels de fabrication, j'ai réussi à préparer des cidres se conservant doux en faisant des soutirages successifs à l'abri de l'air, de façon à opérer la fermentation avec des traces de levure et en vie anaérobie. Les mêmes moûts, fermentés par les procédés ordinaires, ont donné des cidres qui sont devenus secs au bout de trois mois.

Comme conclusion, voici la méthode que je conseille de suivre en industrie, pour arriver aux mêmes résultats :

Après la défécation du moût obtenue comme je l'ai indiqué plus haut, soutirer le liquide limpide à l'abri de l'air et l'introduire dans une cuve à fermentation de forme particulière (fig. 1).

Le récipient cylindrique est terminé à la partie inférieure en forme conique portant une ouverture munie d'un robinet R. Il est fermé entièrement à la partie supérieure, mais communique avec l'extérieur par trois ou quatre ouvertures ; l'une, portant un tube à robinet *a*, peut être mise en communication avec un appareil à acide carbonique; une autre est fermée par un barboteur à eau *b* portant un robinet *c*; la troisième porte un tube avec robinet *d*. Enfin, l'appareil peut être muni d'un indicateur de pression *f*, si on le construit pour pouvoir supporter une pression déterminée d'acide carbonique.

La partie cylindrique de la cuve peut être munie de glaces ou de regards *g* permettant de juger de l'état de limpidité du liquide et d'un fourreau à thermomètre *th* pour prendre la température.

L'appareil sera construit soit en ciment revêtu de verre, soit en bois recouvert de vernis ou en métal émaillé; les parties métalliques seront étamées à l'étain fin; il sera soutenu par une charpente spéciale permettant de faire les soutirages avec facilité.

Afin que la fermentation soit très lente, le moût sera, avant son entrée dans la cuve conique, refroidi à 2° ou 3°, et la cuve elle-même sera maintenue dans une cave froide à 4° ou 5°.

Le moût introduit dans la cuve est peu riche en levure, car la plus grande partie est restée englobée dans le chapeau et les lies; la fermentation va donc s'opérer lentement, grâce à la température basse de la cave.

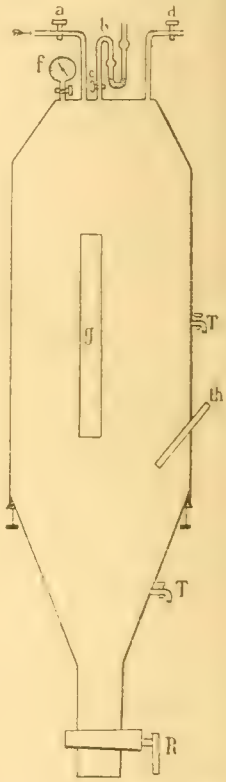


Fig. 1. — *Cuve à fermentation pour le cidre.* — *a*, tubulure et robinet pour entrée de l'acide carbonique pendant le soutirage; *b*, bonde hydraulique; *c*, robinet de la bonde; *d*, tube avec robinet; *f*, indicateur de pression; *g*, glaces; *th*, fourreau à thermomètre; R, robinet d'évacuation des lies et de la levure; T, robinet de tirage du cidre limpide.

On voit se produire bientôt dans la masse des précipitations de matières minérales, pectiques, tanniques, albuminoïdes; il se forme ainsi des dépôts qui emportent avec eux une partie des levures du milieu et qui viennent tomber dans la partie conique inférieure du vase.

On ouvre alors le robinet R ; on évacue à la fois les matières précipitées et les levures, en ayant

soin, pendant ce soutirage, d'empêcher toute rentrée d'air par le barboteur à eau *b*, et cela en faisant passer un courant d'acide carbonique dans l'appareil à l'aide de la tubulure supérieure *a*, l'excès de gaz dégagé sortant par le barboteur *b*.

Les mêmes phénomènes de collage et de précipitation se reproduisant au bout d'un temps plus ou moins long, on recommencera les mêmes opérations de soutirage; si bien qu'à la fin on sera parvenu à enlever presque toute la levure du milieu et que celle qu'on y laissera, ayant pris naissance et ayant vécu constamment à l'abri de l'air, ne renfermera plus de zymase, sera incapable de transformer le sucre en alcool et acide carbonique et laissera le cidre doux, résultat auquel nous voulions arriver.

En terminant, je me permets de faire remarquer qu'avec le dispositif indiqué on obtient un cidre limpide, doux, très parfumé, ayant gardé tout son bouquet de fruit, saturé de gaz carbonique, qui peut être livré en fûts ou mis immédiatement en bouteilles, ou que l'on peut conserver en cave aussi longtemps qu'on le désire.

Le cidre n'a pas de goût de lie, pas de goûts amers apportés parfois par les levures en fin de fermentation, lorsque les globules s'autophagient; il ne noircit pas, puisqu'il n'y a pas eu contact du moût avec l'air, que les soutirages ont été faits à l'abri de l'air et que le liquide est toujours resté dans l'atmosphère réductrice de la fermentation.

Pour mettre en valeur la méthode que je préconise et pour en tirer tout ce qu'elle peut donner, il faudrait que des expériences fussent faites en grand, et je n'ai malheureusement pas les moyens de les entreprendre. Mais j'ose espérer que ces études retiendront l'attention des industriels et que certains d'entre eux n'hésiteront pas à se lancer dans la voie qui leur est ouverte. Il est à souhaiter que la cidrerie ait bientôt sa *cave de fermentation basse* comme la brasserie, et qu'elle puisse diriger à volonté sa fabrication.

La méthode dont nous parlons permet aussi de produire des cidres en bouteilles.

En opérant la mise en bouteilles à l'abri de l'air d'un cidre de densité 1.025 et très limpide, c'est-à-dire ne renfermant que des traces de levure, et en emplissant complètement les bouteilles, sans laisser de chambre à air, je suis parvenu à obtenir un cidre parfait, très mousseux.

Toutes les bouteilles, couchées dès leur remplissage, ont sensiblement la même pression d'acide carbonique, peuvent être ouvertes sans danger de projection du liquide et ne présentent entre elles aucune différence à la dégustation, ce qui n'arrive pas quand la mise en bouteilles est faite d'après les procédés habituels, c'est-à-dire en présence de l'air, avec beaucoup de levure, et en laissant une chambre à air entre le liquide et le bouchon.

Dans le cas où l'on voudrait mettre en bouteilles des cidres presque secs, j'ai reconnu[1] que, lors du sucrage de ces cidres pour les amener à renfermer la dose de sucre nécessaire à la mousse et à l'obtention du goût sucré, il était tout à fait inutile d'invertir le saccharose employé en le chauffant à 100° en présence de 10 °/₀ d'acide tartrique. La sucrase apportée par la levure est largement suffisante pour produire l'inversion.

IV. — Conclusions.

Ce qui se dégage de l'étude générale que nous venons de faire, c'est la nécessité pour la cidrerie d'adapter ses méthodes de fabrication aux cidres à produire et de ne plus se contenter des procédés empiriques et routiniers avec lesquels elle a vécu jusqu'ici.

S'il est difficile de lui demander de modifier radicalement son outillage, ce qui immobiliserait des capitaux considérables, il est permis d'espérer que les nouvelles usines qui se créeront n'hésiteront pas à s'installer convenablement; nous sommes persuadé qu'elles pourront alors arriver à une régularité de fabrication et à une constance de qualité, qui n'ont jamais été obtenues jusqu'à ce jour.

Ceci nous amène enfin à dire que la fabrication du cidre à la ferme disparaîtra dans un avenir plus ou moins prochain et qu'elle sera remplacée, soit par la cidrerie industrielle, soit par les cidreries coopératives de producteurs.

Au prix de tous ces efforts et de ces transformations, nous arriverons à produire enfin le cidre de longue conservation qui pourra lutter avantageusement en France avec le vin et la bière et être exporté au loin avec profit.

G. Warcollier.

Ingénieur agronome,
Directeur de la Station pomologique de Caen.

[1] Warcollier : *Comptes rendus*, 6 mai 1907.

LE PROJET D'ADDUCTION A PARIS DES FORCES MOTRICES DU RHONE

Nous avons vu, dans un article précédent[1], combien l'utilisation des forces hydrauliques avait fait de progrès en France pendant ces dernières années.

Paris est jusqu'ici resté en arrière de ce mouvement et emprunte encore à la vapeur seule la puissance nécessaire à la production de l'énergie électrique dont il a besoin ; mais cet état d'infériorité semble devoir bientôt prendre fin, et la question d'un transport de force hydraulique jusqu'à la capitale entre maintenant dans la voie d'une réalisation, sinon immédiate, du moins certaine pour un avenir plus ou moins proche.

I

C'est le 5 novembre 1902 que trois ingénieurs bien connus, MM. Blondel, Harlé et Mähl, demandèrent à M. le Ministre des Travaux publics deux concessions : la concession d'une force motrice hydraulique à créer sur le Rhône par l'utilisation presque totale de la pente disponible entre la frontière suisse et Seyssel, et, d'autre part, la concession d'une canalisation électrique pour le transport de l'énergie hydraulique depuis la chute jusqu'à Paris. Le dossier complet de l'avant-projet était remis au Ministère le 26 avril suivant.

Au mois de mars 1905, et, une seconde fois, le 27 mars 1906, les auteurs du projet remirent à M. le Préfet de la Seine un Mémoire présenté par M. Harlé et exposant leur mode d'utilisation de l'énergie du Rhône pour la distribution de force et de lumière dans la Ville de Paris. A la suite de modifications au projet primitif, ayant fait l'objet d'une nouvelle demande de concession de chute d'eau en date du 11 juillet 1906, ils adressèrent, le 30 janvier 1907, un Mémoire complémentaire.

La première question qui se posait en face d'un projet aussi vaste était la suivante : était-il possible de faire pratiquement un transport de force à une aussi grande distance, atteignant 450 kilomètres environ?

Ce qui, il y a quelques années encore, eût paru une utopie, doit être classé maintenant dans la catégorie des faits possibles. En 1891, des essais de transmission à grande distance furent exécutés sur un parcours de 175 kilomètres entre Lauffen et Francfort au moyen de courants triphasés sous la tension de 30.000 volts. Ces expériences se faisaient à une époque où l'on n'avait encore étudié que de façon très imparfaite les modes de construction de lignes et les appareils utilisables sous ces hautes tensions ; de plus, la puissance transportée était insuffisante pour justifier les dépenses d'une pareille entreprise. Malgré ces défectuosités, qui ne pouvaient que conduire à des résultats peu encourageants au point de vue du rendement économique, on put dès lors se rendre compte que le problème de la transmission à longue distance de l'électricité à haute tension aurait sa solution pratique, dès qu'on se trouverait en présence d'une puissance suffisante pour motiver un tel transport de force et d'un matériel suffisamment perfectionné pour obtenir un rendement satisfaisant.

Les essais et les recherches continuèrent : l'esprit d'initiative alla de l'avant, et, dès 1897, nous voyons, aux Etats-Unis, se réaliser des transports à des distances de 100 à 150 kilomètres en courants triphasés sous des tensions de 20.000 à 30.000 volts. Bientôt des ingénieurs audacieux, tels que Stanley et Perrine, s'enhardirent à employer des tensions allant jusqu'à 60.000 volts et au delà, et ce fut bientôt l'origine de transports de force à des distances dépassant beaucoup celles réalisées jusqu'alors. A Guanajuato, nous voyons effectuer un transport de 6.000 chevaux à 150 kilomètres sous la tension de 60.000 volts, et, à Spokano, l'énergie est transportée sous la même tension dans un rayon de 180 kilomètres. Enfin, la Compagnie Stanley construit, pour le compte de la Société Bay-Counties, une ligne d'une longueur de 160 milles, de Colgate à Oakland, construite en double sur son parcours pour alimenter indépendamment Oakland et San Francisco, de sorte que, la distance entre ces deux villes étant de 70 milles environ, on arrive entre ces deux points extrêmes, à une longueur de 222 milles ou 358 kilomètres : la tension, qui, au début, était de 40.000 volts, a été portée à 60.000 volts, et, malgré la hardiesse de construction de la ligne, qui, notamment à Carquinez, traverse en une seule portée un détroit de 1.400 mètres de largeur, le transport d'énergie s'effectue avec une régularité parfaite.

En France même, ne voyons-nous pas se réaliser, entre autres transports de force, celui de la Pombière à Lyon, permettant à 6.300 chevaux de force de parcourir 180 kilomètres sous une tension de 57.000 volts, et celui de la Brillanne à Marseille, distribuant 46.000 chevaux à 30.000 volts sur un réseau d'une longueur de 150 kilomètres?

D'autres projets vont bientôt être réalisés qui dépassent encore la hardiesse de ceux exécutés jus-

[1] G. DE LAMARCODIE : Les usines hydro-électriques en France. *Rev. gén. des Sciences* du 30 août 1907.

qu'à ce jour. C'est ainsi que la ville de Stockholm va effectuer un transport de 60.000 chevaux à 600 kilomètres et qu'un syndicat minier de Johannesburg vient d'élaborer un projet ayant pour but d'amener du Zambèze au Transvaal l'énergie de Victoria-Falls, ce qui représente un parcours de 1.200 kilomètres. De même, ainsi que nous l'avons dit antérieurement, une société française, la Société des forces motrices d'Orlu, a projeté un transport et une distribution d'énergie dans tout le sud-ouest de la France, sur un parcours de 400 kilomètres environ, pour une puissance totale atteignant 24.000 chevaux. On voit donc, comme l'a fort bien dit M. Harlé, « qu'il ne paraît plus utopique, à l'heure actuelle, de chercher une mine de houille blanche dans un rayon de 500 kilomètres de Paris, pour amener l'énergie jusqu'à la capitale ».

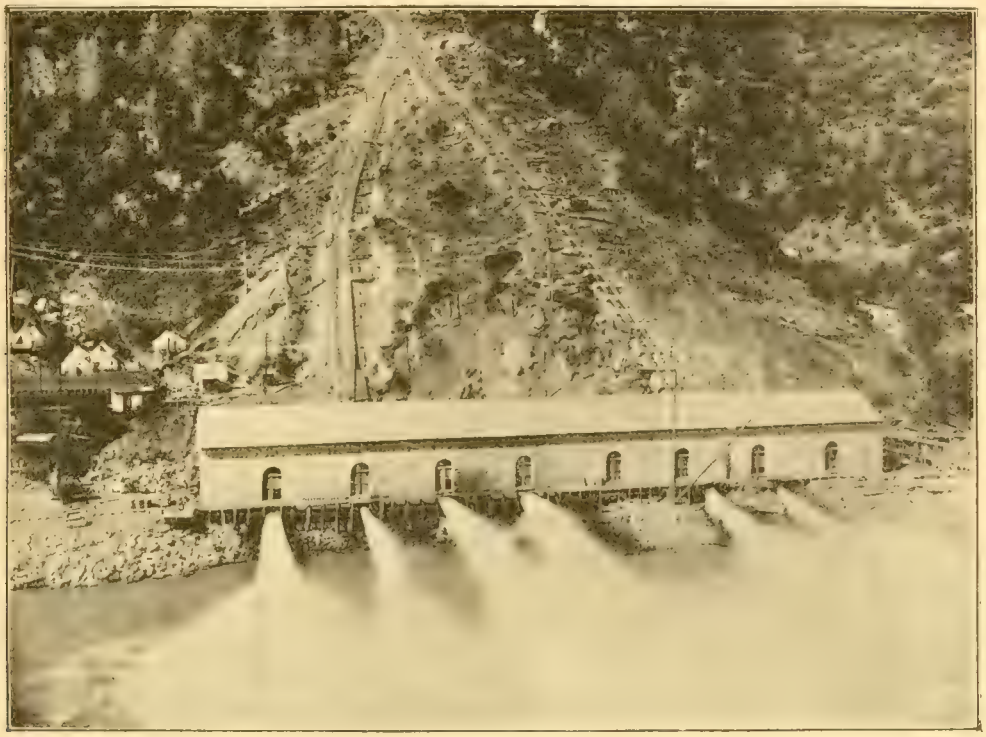


Fig. 1. — *Usine de Colgate, fournissant l'énergie électrique à San Francisco.*

II

Ce premier principe posé, il fallait se rendre compte si l'importance de la puissance à utiliser était en rapport avec celle des travaux à exécuter pour produire, transporter et distribuer cette puissance. Or, les services susceptibles d'employer l'énergie électrique à Paris et de se développer par le fait même de l'abaissement du prix de cette énergie comprennent : 1° le *Métropolitain*; 2° l'*éclairage et la force motrice*, non compris la force utilisée pour la traction; 3° les *tramways*, *omnibus*, *fiacres* et *automobiles électriques*; 4° les *lignes de pénétration des grands réseaux de chemins de fer*.

Examinons successivement, avec les auteurs du projet, quelle serait la consommation d'énergie consommée par ces différents services.

1° *Le Métropolitain*, une fois son réseau complété, devrait, d'après un travail très documenté de M. Saint-Martin sur « les futures usines centrales électriques », avoir une consommation totale de. . . . . 100.000.000 k. w. h.

2° Quant à *l'éclairage et à la force motrice*, si l'on considère tout d'abord l'énergie distribuée dans ce but par les secteurs électriques, on constate que la vente s'élève actuellement à 30.000.000 de kilowatts-heure, ce qui nécessite, à la sortie des usines primaires, un débit de 45.000.000 de kilowatts-heure. D'après M. Lauriol, ingénieur en chef des Services généraux d'éclairage de la Ville de Paris, il faut compter qu'après l'organisation du nouveau régime la réduction du prix de l'énergie et les nouveaux travaux de canalisation imposés par le cahier des charges feront doubler cette vente et que la production s'élèvera à environ 60.000.000 k.w. h.

D'autre part, il résulte d'une statistique officielle du Ministère du Commerce, datant de 1899, qu'à cette époque la force des machines à vapeur dans Paris était de 80.366 chevaux, non compris les stations centrales d'électricité et de traction. Une

autre statistique, établie par l'*Industrie minérale* pour l'année 1902, indique, pour le département de la Seine, une puissance de près de 196.000 chevaux, non compris les chemins de fer et tramways, les automobiles et les bateaux. D'après cette même revue, la consommation totale de combustibles minéraux dans le département de la Seine aurait été de 4.228.000 tonnes en 1902 : la consommation des usines à gaz étant de 1.200.000 tonnes, il reste plus de 3.000.000 de tonnes pour les besoins domestiques et les usines de force motrice. Il est à remarquer que la force des moteurs à gaz et à pétrole n'entre pas en jeu dans ces statistiques, et qu'avec les progrès de l'industrie le nombre de chevaux utilisés suit assurément, depuis 1902, une marche croissante. En se basant sur ces différents éléments d'appréciation, en supposant pour les moteurs à vapeur une durée moyenne de fonctionnement de dix heures par jour, en défalquant les jours de chômage et en ne comptant que sur une charge moyenne des deux tiers de la puissance totale, MM. Blondel, Harlé et Mähl ont fait des calculs qu'on ne peut taxer d'exagération et qui évaluent la force motrice correspondante à. . . 300.000.000 k. w. h.

3° *Tramways, omnibus et voitures électriques.* On estime, avec M. Saint-Martin, que la consommation d'énergie électrique par les tramways parisiens ne saurait être inférieure à 50.000.000 de kilowatts-heure. D'autre part, en supposant seulement 7.500 voitures électriques, publiques ou privées, faisant en moyenne dix courses de 4 kilomètres par jour, et dépensant chacune un demi-kilowatt-heure par kilomètre, on arrive, pour la dépense annuelle, au même chiffre de 50.000.000 de kilowatts-heure.

On en déduit, pour l'ensemble des tramways, omnibus et voitures électriques, une dépense totale de . . . . . 100.000.000 de k. w. h.

4° Les auteurs du projet envisagent ensuite l'utilisation de l'énergie électrique sur *les voies de pénétration des Compagnies de chemins de fer* dans un rayon de 50 kilomètres aux abords de Paris, zone où la circulation est très intense. Se basant sur une circulation quotidienne de 2.400 trains de voyageurs d'un parcours moyen de 25 kilomètres, et sur un transport de 10 millions de tonnes de marchandises en petite vitesse comportant un poids mort de 158 °/₀, ainsi qu'il résulte des statistiques du Ministère des Travaux publics, MM. Blondel, Harlé et Mähl ont pu établir par divers calculs que la consommation d'énergie électrique nécessitée par ce trafic serait de . . . . . 125.000.000 k. w. h.

D'où une consommation générale de 685.000.000 de kilowatts-heure, soit, en chiffres ronds, 700 millions de kilowatts-heure.

Évidemment, cette utilisation d'énergie étendue à la banlieue n'acquerra pas, dès le début, son entier développement; mais, même en ne comptant tout d'abord que sur une puissance utilisée de 70.000 kilowatts et sur une fourniture minima de 200 millions de kilowatts-heure s'accroissant progressivement d'année en année, l'entreprise correspond à des besoins assez vastes pour tenter des esprits à la fois éclairés et audacieux.

III

Dans les Mémoires présentés à M. le Préfet de la Seine, M. Harlé expose en premier lieu les motifs qui ont fait choisir le cours du Haut-Rhône comme la source d'énergie la plus rationnelle pour un transport à Paris.

Dans un rayon de 500 kilomètres autour de la capitale, on ne rencontre comme pays à neiges éternelles que les Alpes de la Savoie et de la Haute-Savoie et le massif du Grésivaudan; mais plusieurs raisons doivent empêcher d'emprunter l'énergie aux cours d'eau venant de ces montagnes. Tout d'abord, le régime de ces cours d'eau est trop torrentiel pour être favorable à l'établissement de grandes usines. D'autre part, aucun groupe de chutes n'ayant une puissance suffisante pour alimenter à lui seul une distribution aussi importante, il faudrait réunir en série sur la ligne de transport un grand nombre d'usines, ce qui serait d'une exécution à la fois compliquée et onéreuse. D'ailleurs, une grande partie de ces chutes est utilisée par les industries locales, et il semble rationnel de les réserver à l'alimentation en énergie des régions industrielles environnantes, telles que les départements du Rhône, de la Loire et de la Haute-Loire, qui ne disposent guère que de chutes d'eau intermittentes, non entretenues par des neiges éternelles.

Si, au contraire, on envisage le cours même du Rhône à son entrée sur le territoire français, on voit qu'il constitue une source puissante d'énergie qui se recommande par deux conditions absolument exceptionnelles : 1° l'importance du débit, qui, à l'étiage, ne descend guère au-dessous de 130 mètres cubes à la seconde; 2° la rapidité de la pente, qui, sur une longueur de 22 kilom. 1/2, comprise entre la frontière suisse et la passerelle de Génissiat, en aval de Bellegarde, dépasse 65 mètres. On peut recueillir ainsi, sur ce même parcours, une puissance brute d'au moins 80.000 chevaux à l'étiage, qui est environ le double pendant 300 jours de l'année et est presque décuplée pendant les grandes crues, qui portent le débit jusqu'à 1.250 mètres cubes à la seconde.

D'autre part, les utilisations locales font défaut, la région lyonnaise étant suffisamment pourvue

par les chutes d'eau des Alpes déjà aménagées. La rivière l'Ain et les autres chutes de la même région, après avoir satisfait aux exigences des industries environnantes, présentent encore un fort excédent de forces disponibles. C'est ainsi qu'après trente ans d'existence la Société de Bellegarde, titulaire d'une concession de 10.000 chevaux de puissance, n'a pu en utiliser sur place qu'une partie. Le transport à Paris de l'énergie du Haut-Rhône pourra donc servir les intérêts de la Capitale et de sa banlieue sans nuire aux intérêts locaux.

M. Harlé a exposé en détail, dans ses Mémoires, les travaux que comporterait l'exécution du projet. La solution la plus récente a pour point de départ l'installation d'un barrage de grande hauteur à la sortie de la partie la plus étroite des gorges du Rhône. Les points qui ont paru les plus propices pour l'édification de ce grand barrage se trouvent au voisinage de la station de Génissiat (Ain), soit en amont du village dit *de la Dent*, soit en amont du village de Monthoux, commune de Saint-Germain-sur-Rhône (Haute-Savoie). La cote d'eau qu'il est permis d'atteindre à la frontière suisse est d'environ 332m,50 ; elle est voisine de 262m,50 dans la gorge de Génissiat : d'où une différence de niveau de 70 mètres.

Fig. 2. — *Le Rhône, vu du ravin de la Dent.*

L'utilisation du lac du Bourget comme réservoir compensateur permettrait de rendre insensibles les variations du régime du Rhône provoquées par les variations diurnes du fonctionnement de l'usine.

Les auteurs du projet avaient tout d'abord prévu l'emploi, pour le transport à Paris, de courant continu série, système Thury à 120.000 volts, tension susceptible d'être dépassée et portée à 150.000 ou 160.000 volts. Mais la loi du 15 juin 1906 sur la distribution d'énergie électrique, ayant rendu possible la pose sur les propriétés privées des supports plus encombrants nécessités par les courants alternatifs, a fait disparaître en partie le motif principal qui avait obligé à employer le courant continu, seul compatible avec une occupation des voies publiques par des canalisations à très haute tension. Les demandeurs en concession se réservent donc, dans leur dernier Mémoire, l'emploi éventuel de courants alternatifs triphasés : ils ont pu établir qu'avec une tension de 120.000 volts il sera possible, avec deux lignes de parcours légèrement différents, de transporter à Paris les 70.000 kilowatts prévus pour l'utilisation dans la Capitale.

On pourrait n'avoir à l'usine qu'une tension de 10 à 20.000 volts, qui serait portée à 120.000 volts par des transformateurs élévateurs, et supprimer à Paris toute usine et réception à machines tournantes : un simple poste de transformateurs abaisseurs réduirait la tension à 10.000 ou 15.000 volts pour la canalisation primaire dans Paris.

La loi du 17 juin 1906 permettrait de réduire ce parcours à 400 kilomètres environ. Des pylones à grandes mailles et en fers profilés, espacés de 100 mètres, supporteraient les câbles. Ces pylones, dans le cas de transmission par courants alternatifs, seraient installés en totalité sur les propriétés privées : dans le cas de courants continus, ils seraient moins encombrants et pourraient emprunter en partie les voies publiques.

La perte en ligne ne dépasserait pas 12 1/2 %, et l'on a pu établir par des calculs très larges, et en n'attribuant aux turbines qu'un rendement très bas de 75 %, que l'énergie disponible à Paris serait de 70.000 kilowatts pendant la période des basses eaux, qui ne dure pas plus de deux mois par an. La transmission permettrait d'assurer une consommation régulière annuelle d'au moins 500 millions de kilowatts-heure pendant les dix mois d'eaux moyennes, sans compter la production des deux mois d'étiage et l'excédent très important qu'on peut obtenir pendant dix mois de l'année, en faisant travailler des machines en surcharge ou en installant de nouvelles unités.

Une partie de l'énergie pourrait être distribuée en cours de route aux régions traversées. Ces distributions seraient faites pour parer aux insuffisances des chutes d'eau dans les pays de plaines pendant leur étiage qui a lieu en été : or, cette saison correspondant aux excédents du Rhône, dont l'étiage a lieu au contraire en hiver, ces fournitures faites pendant le parcours n'auraient pas pour effet de troubler le régime de distribution à Paris : « Nous pourrions même, dit M. Harlé dans un de ses rapports, envisager comme une solution rationnelle cette combinaison de notre énergie avec celle d'autres chutes d'eau des régions voisines ».

IV

Les deux lignes, qui amèneraient le courant à Paris, aboutiraient à une usine réceptrice, située le long des berges de la Seine, par exemple à Ivry et à Charenton. Les sous-stations de transformation serviraient à abaisser la tension du courant.

Le grand intérêt du projet, ainsi que l'exposent les auteurs, réside dans la possibilité d'alimenter, à très bas prix, toutes les grandes entreprises de distribution d'énergie, de construction mécanique, de transport en commun et tous les ateliers importants. Il ne s'agit pas pour eux de concurrencer les concessionnaires d'éclairage et de force motrice, successeurs des secteurs actuels, dans la distribution du courant à basse tension, mais de fournir de l'énergie le plus directement possible aux gros consommateurs par l'intermédiaire d'une canalisation appartenant à la Ville de Paris ou à ses concessionnaires, ou d'une canalisation spéciale, puisque la loi du 17 juin 1906 permet de rendre toute entreprise de distribution d'énergie indépendante de la concession de l'éclairage électrique à Paris. Il y a donc lieu d'envisager, en présence de cette faculté nouvelle, non seulement le cas d'une fourniture en bloc, mais aussi l'hypothèse d'une distribution à haute tension à tous les abonnés consommant une force motrice de 25 chevaux et au delà, au moyen d'un réseau spécial avec tension primaire à 12.000 volts, par exemple, pour les grosses usines, et secondaire à 2.000 volts pour les plus petits consommateurs, distribution à établir dans tous les quartiers où se présentent des groupes de consommateurs de ce genre. Le même réseau fournirait l'énergie aux stations transformatrices ou principales de toutes les entreprises qui en feraient la demande.

Fig. 3. — *Itinéraire des lignes électriques de Monthoux à Paris.*

Dans quelques quartiers spéciaux, faubourg Saint-Antoine, faubourg Saint-Martin, etc., les petits ateliers familiaux sont nombreux. Favoriser et développer ces ateliers a une portée sociale qui n'a pas échappé aux auteurs du projet : « Dans ces quartiers, dit M. Harlé, nous installerons un réseau secondaire spécial pour la distribution de la petite force motrice à la tension de 500 volts : le réseau sera bien moins onéreux qu'un réseau de 110 volts et les frais d'amortissement et d'entretien qu'il

entraînera ne se traduiront pour les consommateurs que par une faible augmentation du prix de vente de l'énergie, bien inférieur à ceux qu'on pratique actuellement. » Le moteur à gaz, trop cher et trop encombrant, ne résout pas, en effet, comme le moteur électrique, la solution de la puissance motrice à domicile. L'introduction du petit moteur électrique de 1/8 de cheval à 1 cheval a, depuis quelques années, transformé complètement les ateliers des canuts à Lyon et ceux des rubaniers de Saint-Étienne et de la région. Ce qui a été fait dans la région lyonnaise pourrait être fait à Paris, si le prix de revient de l'énergie électrique était suffisamment abaissé.

V

Dans l'exposé financier qui termine le Mémoire du 30 janvier dernier, le prix de revient du kilowatt-heure est établi pour diverses durées de fonctionnement annuel et en répartissant les frais sur un minimum de 200 millions de kilowatts-heure, d'une part, dans le cas d'une production hydro-électrique, et, d'autre part, dans le cas d'une production aussi économique que possible par la vapeur.

M. Harlé arrive ainsi aux chiffres suivants :

DURÉE DE FONCTIONNEMENT de chaque kilowatt installé	PRIX DE REVIENT par la vapeur	PRIX DE REVIENT hydro-électrique
	centimes	centimes
1.000 heures	10,8	6,9
1.200 —	9,8	6,0
1.500 —	8,7	4,8
2.000 —	7,6	3,7
2.500 —	7,0	3,1
2.800 —	6,7	2,8
3.000 —	6,6	2,6
6.000 —	5,5	1,6

On voit que, quelle que soit la durée du fonctionnement du kilowatt, l'économie serait d'environ 4 centimes par kilowatt-heure.

Il a été calculé, de plus, qu'à la fin de la période d'amortissement le prix de revient du kilowatt-heure pourrait varier entre 1 centime et 0 cent. 5.

En admettant des canalisations spéciales pour la distribution directe de la force motrice et en se basant toujours sur un minimum de 200 millions de kilowatts-heure vendus aux abonnés, M. Harlé évalue le prix du cheval-heure à 0,018 environ pour un abonné consommant 3.000 kilowatts-heure par an et à 0 fr. 03 pour un abonné en consommant 6.000.

VI

Le projet d'adduction à Paris des forces hydrauliques du Rhône a subi le sort de toutes les idées nouvelles et hardies; il a eu ses détracteurs et ses sceptiques, et a soulevé des objections.

On a objecté, notamment, l'insécurité qui résulterait d'accidents survenant aux lignes aériennes. Les auteurs du projet font d'abord remarquer que, aussi bien dans le cas du courant continu que dans celui du courant alternatif, ils emploieraient non pas une ligne unique, mais deux lignes, chacune de ces lignes suffisant à assurer le transport de l'énergie presque complète en portant de 12 1/2 °/₀ à 25 °/₀ la perte en ligne. Resterait le cas où les deux lignes à la fois serai nt interrompues par des accidents; mais, outre que cette probabilité est très faible, il est à remarquer que MM. Blondel, Harlé et Mähl, pour parer à toutes les éventualités, prévoient la création d'une ou plusieurs usines auxiliaires à vapeur, pouvant à l'occasion remédier aux interruptions et aux insuffisances de l'énergie hydro-électrique.

Quant à la durée des travaux, qu'on s'est plu à exagérer, il semble bien établi que cette durée ne doit pas dépasser trois ans.

Sans nier les difficultés d'exécution d'un aussi vaste projet, des exemples antérieurs montrent qu'il est réalisable; et alors doit-on hésiter à poursuivre cette réalisation en présence des avantages inappréciables qui en résulteraient pour la population parisienne?

L'abaissement du prix de l'énergie par la production hydro-électrique permettrait à tous les services publics de la capitale, chemins de fer, métropolitain, tramways, éclairage, de réduire les tarifs imposés au public; l'industrie nationale y gagnerait et se trouverait dans de meilleures conditions pour lutter contre la concurrence étrangère.

Dans les industries utilisant le travail à domicile, l'emploi du petit moteur électrique permettrait non seulement d'abaisser le prix de revient, mais encore d'employer les femmes, les vieillards et les enfants à de menus travaux qui, sans cela, seraient au-dessus de leurs forces. Le développement de l'atelier familial, en augmentant le bien-être de l'ouvrier et en l'attachant à son foyer, aurait une haute portée morale. L'ouvrier parisien bénéficiant des avantages qu'a retirés le canut lyonnais de la réduction du prix de l'énergie électrique, ce serait une réforme ayant les plus heureuses conséquences dans l'ordre économique et social.

La substitution de l'éclairage électrique à l'éclairage au gaz ou au pétrole serait du plus grand intérêt au point de vue de l'hygiène et de la propreté. A ce double point de vue, que de précieux avantages ne trouverait-on pas à la diminution du nombre des usines à vapeur dans la capitale! Comme le fait remarquer à juste titre M. Harlé, la présence de plus en plus abondante des fumées produites par ces usines a modifié d'une façon très

fâcheuse le climat de Paris, devenu de plus en plus brumeux. L'action bactéricide du soleil est, par ce fait, considérablement atténuée. En même temps, la pureté de l'atmosphère est viciée dans des proportions dont on ne se fait pas, en général, une idée assez précise. Pour se rendre compte des impuretés que déversent journellement les cheminées d'usines de Paris et de sa banlieue, il suffit de faire remarquer que ces usines, y compris les usines à gaz, consomment par an 1 million 1/2 de tonnes de charbon, dont la combustion exige 22 milliards de mètres cubes d'air respirable, soit plus de 60 millions de mètres cubes d'air par jour : d'où une production de plus de 15 millions de kilogs d'anhydride carbonique, tandis que la respiration des habitants n'en produit que 3 millions environ, soit le 1/5. Ces considérations, développées par M. Harlé dans son Rapport, ne sont pas des moins importantes, et l'on conçoit combien l'hygiène publique gagnerait à cette disparition, sinon complète, du moins partielle, des fumées d'usines, qui contaminent journellement l'atmosphère parisienne.

VII

En résumé, on voit que le projet d'adduction à Paris des forces du Rhône est loin d'être une utopie, mais que sa réalisation s'impose. Paris y gagnera au point de vue économique, au point de vue du bien-être et au point de vue social. La capitale ne doit pas rester en arrière du mouvement qui a pris naissance sur le versant des Alpes, et qui entraîne peu à peu tout le pays vers le progrès par l'utilisation des forces hydrauliques.

Non seulement en France, mais aussi à l'étranger, de nombreux projets sont à l'étude pour l'alimentation en énergie électrique des centres importants de consommation à des distances qui n'ont pas encore été abordées jusqu'à ce jour. Il importe que le transport à Paris des forces du Rhône soit mis bientôt à exécution; car, ainsi que conclut M. Harlé dans son Rapport du 2 avril 1906 : « Il serait dommage qu'un tel projet, conçu en France quelques années avant qu'on crût à la possibilité de pareilles entreprises, fût négligé ou retardé davantage et qu'on laissât à d'autres, à l'étranger, le mérite de nous montrer la voie de la réalisation. »

G. de Lamarcodie,

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique,
Professeur à l'Ecole d'Electricité
et de Mécanique industrielles.

REVUE ANNUELLE DE CHIRURGIE

I. — Anesthésie.

La question des anesthésiques, que nous avons abordée dans notre dernière revue, est toujours à l'étude.

La stovaïne continue à être préconisée comme anesthésique local par un certain nombre de chirurgiens, en particulier par Reclus, qui affirme qu'on peut hardiment atteindre les doses énormes de 20 à 30 centigrammes d'analgésique, ce qui, en solution à 1/2 °/₀, donne 40 à 60 c. c. de liquide, sans s'exposer au moindre inconvénient.

La scopolamine-morphine a toujours ses partisans; il ne semble pas cependant que leur nombre ait augmenté; quelques-uns même de ceux qui l'employaient au début, Pierre Delbet entre autres, déclarent aujourd'hui ne plus vouloir y recourir, à cause des accidents qu'ils croient devoir lui attribuer. La valeur de cet anesthésique n'est donc pas encore établie d'une manière définitive.

§ 1. — Accidents tardifs de la chloroformisation.

Si les accidents immédiats de l'anesthésie sont aujourd'hui bien connus, il n'en est pas de même des accidents tardifs. Ceux-ci viennent de faire l'objet d'un travail de Tuffier, Mauté et Auburtin, qui ont réuni une cinquantaine de cas de morts tardives attribuées à l'intoxication chloroformique.

L'anesthésie, même normale, entraîne à sa suite une série de modifications dans l'organisme. La présence dans l'urine de l'albumine, de l'urobiline, la diminution du taux de l'urée, l'augmentation de l'acide urique, la disparition des sulfoconjugués font penser immédiatement à des modifications du métabolisme, en particulier à des troubles dans le fonctionnement des reins et du foie.

Ces modifications temporaires ne semblent pas avoir une bien grande importance et passent inaperçues si on ne les recherche pas. Il n'en est pas de même de ce que l'on a décrit récemment sous le nom d'intoxication chloroformique.

Dans celle-ci, les accidents débutent dix à vingt-quatre heures après la narcose. Le plus souvent, le réveil est normal, la nuit a été bonne, quand brusquement, le lendemain, apparaissent les accidents. Au premier plan sont les phénomènes nerveux : délire calme, subcontinu, entrecoupé de périodes de conscience, ou plus souvent excitation, cris, con-

vulsions. Le pouls est fréquent : 120 à 160; la respiration, irrégulière, rapide, haletante, présente le plus souvent, au moins pendant les dernières vingt-quatre heures, le rythme de Cheyne-Stokes. Les vomissements, d'abord bilieux, deviennent marc de café; l'ictère apparaît dans la moitié des cas; les urines, peu abondantes, sont pauvres en urée; elles contiennent de l'albumine, des cylindres, des pigments biliaires, de l'urobiline, de l'acétone et des matières extractives.

Le plus souvent, les symptômes aboutissent au coma, et la mort survient en un temps variable de trois à cinq jours.

La pathogénie de ces accidents est encore mal établie; les lésions constatées à l'autopsie et les symptômes observés pendant la vie tendent à faire croire qu'une hépatite suraiguë, due à l'action du chloroforme, est la cause principale des accidents. L'ictère grave peut, du reste, être la conséquence de l'ingestion directe de chloroforme, comme le prouve une observation d'empoisonnement publiée par Marfan.

Il serait donc important d'empêcher un contact trop prolongé du chloroforme avec les éléments des tissus. Dans ce but, Schleich a conseillé un mélange anesthésique composé de deux parties de chlorure d'éthyle, quatre parties de chloroforme et douze parties d'éther sulfurique. Ce mélange présente ceci de particulier qu'il bout à 38°, ce qui fait que la tension de ses vapeurs est la même que celle de l'air intra-pulmonaire; que, par conséquent, il ne gêne pas l'hématose et qu'il peut s'éliminer facilement par la surface pulmonaire.

§ 2. — Le sommeil électrique.

Sous le nom de sommeil électrique, S. Leduc (de Nantes) a décrit un état analogue au sommeil chloroformique, état dans lequel le sujet reste couché, sans aucun mouvement volontaire, sans aucune réaction de défense, même aux excitations les plus douloureuses; seuls persistent quelques mouvements réflexes et les mouvements du cœur et de la respiration; cet état, produit par l'action sur le cerveau d'un certain courant électrique, peut être maintenu pendant des heures consécutives et cesse instantanément avec la cessation du courant.

Le courant employé est un courant intermittent, de basse tension et de direction constante, c'est-à-dire un courant qui passe pendant un certain temps, cesse, puis recommence à passer de nouveau, et ainsi de suite à des intervalles parfaitement réguliers.

M. Leduc a adopté le chiffre de 100 interruptions par seconde, chaque passage de courant ne durant qu'un millième de seconde. L'électrode en rapport avec le pôle négatif est appliquée sur la région frontale, l'électrode positive sur la partie postérieure du dos. L'appareil disposé, on élève graduellement le potentiel et l'intensité. Après une courte période d'agitation survient l'inhibition, le sommeil. Il suffit, pour inhiber la respiration, de dépasser notablement le voltage avec lequel on obtient le sommeil électrique.

Jusqu'ici le sommeil électrique a été surtout étudié sur l'animal. M. Leduc s'y est toutefois soumis lui-même à deux reprises, mais l'expérience n'a pas été complète, l'inhibition n'ayant pas été absolue. Y a-t-il là une voie ouverte pour l'anesthésie? Nous n'osons actuellement répondre à la question, la complexité des appareils nécessaires devant, même si le procédé est bon, en empêcher la vulgarisation. Il y a là toutefois des données intéressantes, sur lesquelles nous avons pensé qu'il était bon d'attirer l'attention.

II. — Radiographie. Radioscopie. Radiothérapie.

L'emploi des rayons X est devenu de plus en plus fréquent. Ce n'est plus seulement à la détermination des fractures et à la recherche de quelques corps étrangers qu'on les utilise. On n'en est plus, comme autrefois, à faire simplement des radiographies; on recourt de plus en plus souvent à l'examen direct avec l'écran, à la radioscopie; enfin, on utilise les rayons X comme moyen thérapeutique, cherchant à agir non seulement sur les surfaces, mais à exercer des actions cellulaires dans la profondeur même des tissus. Il ne s'agit plus simplement de faire quelques clichés photographiques; il s'agit de toute une méthode d'investigation et de toute une méthode thérapeutique. Aussi comprend-on que, simultanément, en France, à l'Académie de Médecine, à la suite d'un Rapport de Chauffard, en Allemagne, à la suite d'un Rapport de Bade au IIIe Congrès allemand de Radiologie, on ait émis le vœu que l'application des rayons X soit réservée aux seuls médecins pourvus d'un diplôme leur donnant le droit de pratique.

Actuellement, l'emploi des rayons X constitue une industrie libre; des intérêts divers se trouvent en jeu, entraînant à leur suite des polémiques, dans lesquelles nous n'avons pas à entrer ici.

Ce qui est certain, c'est que, contrairement à ce que l'on pensait au début, l'emploi des rayons de Röntgen ne constitue pas une manœuvre simple, sans dangers, comparable à celle de la prise d'une photographie ordinaire. Les radio-dermites consécutives à leur application sont aujourd'hui bien décrites; on parle moins des brûlures graves; nous en avons cependant vu plusieurs exemples et nous avons malheureusement pu constater combien elles sont rebelles aux traitements habituels et

combien longues elles étaient à se modifier. Riehl (de Vienne) a, de plus, attiré l'attention sur le développement d'épithéliomas et de sarcomes au niveau de lupus cicatrisés par l'application de rayons X. Cette apparition de néoplasmes secondaires s'expliquerait d'autant plus facilement, fait observer Nobl, qu'on assiste souvent, à la suite de séances même très courtes de röntgénisation, à l'apparition d'un complexus symptomatique qui reproduit très exactement les caractères du *xeroderma pigmentosum* (hyperpigmentation, atrophie dermique, formations angiomateuses, etc.). Or, on sait que cette affection cutanée constitue un terrain favorable au développement du cancer.

Il n'est pas jusqu'à l'action fâcheuse des rayons X sur les yeux, sur les glandes génitales qui ne soit établie aujourd'hui. Aussi les médecins qui s'adonnent spécialement à la pratique des rayons X ont-ils soin actuellement de se protéger avec des lunettes spéciales, de petits tabliers de plomb, des poudres imperméables, etc.

§ 1. — Radiographie.

Nous n'avons que peu de choses à ajouter à ce que nous avons dit de la radiographie dans nos précédentes revues.

Pour rendre les épreuves photographiques d'articulations plus nettes, on a conseillé d'injecter avant radiographie de l'oxygène dans l'articulation; malheureusement, Jacobsohn, Holzknecht ont vu la mort subite survenir quelques secondes après l'injection, par suite peut-être d'embolies gazeuses. La méthode ne devrait cependant pas être rejetée, au dire d'Hoffa, qui recommande seulement de ne pas employer pour l'injection une pression excédant une demi-atmosphère.

L'injection de collargol dans la vessie, l'uretère et le bassinet a permis à plusieurs chirurgiens d'avoir la photographie exacte de ces cavités. Nous-même avons utilisé les mélanges à base de bismuth pour étudier certaines lésions sténosantes ou fistuleuses du gros intestin, et avons été très satisfait de ce mode d'exploration.

§ 2. — Radioscopie.

La radioscopie, qui permet de voir sur un écran au platino-cyanure de baryum la silhouette des parties interposées entre l'écran et l'ampoule suivant leur plus ou moins grand degré de transparence aux rayons, rend des services incomparables. Nous ne parlerons pas ici du diagnostic des affections pulmonaires, qui intéresse surtout le médecin. Au point de vue chirurgical, la radioscopie permet l'examen des membres dans une série de positions différentes, la détermination d'épanchements intrathoraciques, etc.

Elle met à même de faire des constatations impossibles avec la radiographie. Avec elle, on peut suivre la migration d'une capsule de bismuth qu'on fait avaler, voir comment elle chemine et constater ainsi l'existence d'un rétrécissement œsophagien. Seule, elle met le chirurgien à même de distinguer un bissac stomacal causé par une cicatrice de celui de cause purement musculaire, ce dernier disparaissant immédiatement dès qu'on comprime la partie inférieure de l'estomac, de manière à faire remonter son contenu; le rétrécissement purement fonctionnel se laisse ainsi élargir par l'arrivée du liquide, alors que le fibreux inextensible ne subit aucune modification.

§ 3. — Radiothérapie.

Lorsque l'on commença à utiliser les rayons X dans un but d'exploration, on ne se doutait pas qu'ils modifiaient les tissus vivants. Peu de temps après, on constata des signes de réaction cutanée, depuis la chute des poils jusqu'à la mortification en masse de la peau et des tissus sous-cutanés, ce qui conduisit Schiff et Freund à utiliser, dans un but thérapeutique, l'action dépilante de ces rayons.

Des expériences, faites sur les animaux par Sträter en Allemagne, par Kienböck en Autriche, par Oudin en France, montrèrent que les rayons X sont partiellement absorbés par les tissus vivants et qu'ils agissent, comme sur la plaque photographique, là où ils sont absorbés et dans la mesure de leur absorption. Scholtz établit que leur action est élective et qu'ils amènent beaucoup plus rapidement la destruction de certaines cellules que celle d'autres cellules. Les recherches expérimentales d'Albert Schonberg, d'Halbestaedter, de Heineke, etc., conduisent à cette conclusion que, dans les cellules les plus sensibles, il faut ranger les cellules des glandes génitales, testicules et ovaires, et les cellules blanches des organes hématopoïétiques; les rayons X peuvent les détruire après avoir traversé les téguments sans les léser.

On pouvait, dès lors, conclure qu'on était en possession d'un agent thérapeutique énergique. Médicalement, l'emploi de ces rayons restait cependant difficile, parce qu'on ne savait pas exactement la quantité de rayons absorbés par la peau.

Holzknecht, en montrant que les sels colorables par les rayons cathodiques le sont également par les rayons de Röntgen, partit de là pour construire un instrument de mesure, formé d'une série de godets colorables destinés à être placés sur les régions traitées et d'une échelle graduée de coloration, qui sert d'étalon pour évaluer, d'après la teinte acquise par le réactif, la quantité de rayons absorbés par la peau.

A partir de ce moment, on possédait, avec l'agent,

le moyen de le mesurer; la radiothérapie entra franchement dans le domaine médical. Sabouraud l'utilisa dans le traitement de la teigne tondante, puis les dermatologistes dans tous les cas où l'indication est de décaper le tégument (acnés rebelles, eczémas chroniques, psoriasis, prurits localisés, etc.).

Bientôt l'efficacité de la radiothérapie dans le traitement de la tuberculose verruqueuse de la peau, son action sur certaines adénopathies tuberculeuses, sur les épithéliomas de la peau, étaient établies.

Comme le fait très justement observer Béclère, qui, en France, est certainement le médecin ayant le mieux étudié ces questions, les éléments cellulaires épithéliomateux sont tués à des doses qui laissent intacts les éléments cellulaires de l'épiderme sain du voisinage. Aussi la radiothérapie guérit-elle les épithéliomas cutanés avec une perfection esthétique que n'atteint aucune autre médication.

Si l'on en croit Béclère, la radiothérapie est efficace contre les récidives cutanées de cancer du sein et contre les ulcérations, dont elle amène le plus souvent la cicatrisation. Dans les néoplasmes du sein inopérables, elle améliore l'état général et prolonge la vie en allégeant les souffrances. Exceptionnellement, on a vu des sarcomes, même profonds, de l'abdomen ou du médiastin, disparaître sous l'action des rayons X.

Enfin, depuis les observations déjà anciennes de Senn (de Chicago), il est établi que la radiothérapie est le traitement de choix de la leucémie, qu'elle agit favorablement sur le sang, sur la rate, sur les adénopathies, sur les troubles fonctionnels et sur l'état général des malades. On voit, en particulier, des rates énormes de leucémiques fondre littéralement sous l'action des rayons de Röntgen. Souvent, la maladie récidive : il n'en est pas moins vrai qu'on a eu de véritables guérisons.

Ce que nous venons de dire montre quelle extension a prise, dans ces dernières années, la radiothérapie et quel champ se trouve encore ouvert à de nouveaux travaux. Il semble actuellement établi que les rayons de Röntgen sont un agent de destruction élective des divers éléments cellulaires sains et pathologiques, qu'au point de vue thérapeutique il faut compter, au nombre des cellules les plus sensibles à leur action, les cellules épidermiques, saines ou malades, les cellules blanches du sang et des organes hématopoiétiques, surtout à l'état morbide, les cellules géantes des lésions tuberculeuses, enfin la plupart des cellules néoplasiques (Béclère).

III. — L'hyperémie en chirurgie.

Les avantages de l'hyperémie comme moyen thérapeutique sont connus depuis longtemps. Le cataplasme d'autrefois, les grands bains locaux, les applications de sable chaud, de compresses humides chaudes, l'emploi de douches chaudes, etc., sont autant de moyens qui empruntent la plus grande partie de leur action à l'hyperémie qu'ils déterminent.

Un chirurgien allemand, Bier, s'est fait l'apôtre du traitement par l'hyperémie dans une série d'affections. Ses nombreuses communications, celles de ses élèves, Klapp et Schmieden, ont si bien vulgarisé ce mode de traitement qu'il est actuellement connu sous le nom de méthode de Bier.

Dans la méthode de Bier, l'*hyperémie est obtenue* de trois manières :

1° *Avec une bande de caoutchouc*, mince, large de 6 centimètres environ, qu'on applique assez loin de la lésion et qui fait cinq à sept fois le tour du membre. La striction doit être légère, amener un gonflement avec teinte rosée, chaleur légère et un peu d'œdème, mais pas de teinte violacée, encore moins de teinte livide. L'application de la bande ne doit déterminer aucune douleur; bien plus, s'il s'agit d'une affection inflammatoire aiguë douloureuse, elle doit être rapidement suivie d'une sédation de la douleur causée par la maladie. La durée d'application de la bande est variable, mais ne doit jamais dépasser vingt à vingt-deux heures;

2° *Avec des appareils d'aspiration :* ventouses de verre de diverses formes, pourvues de poires en caoutchouc ou de pompes aspiratrices. La ventouse doit produire une hyperémie sans douleur et d'une teinte rouge bleuté. Ces ventouses sont laissées en place cinq minutes, puis replacées après un repos de trois minutes. La durée du traitement journalier est de trois quarts d'heure. Il doit y avoir impression de chaleur, mais sans douleur, ni engourdissement ;

3° *Avec des boîtes à air chaud* de diverses formes, pourvues d'une ouverture permettant la circulation de l'air. Le chauffage est assuré par une lampe facile à régler, la température ne doit pas dépasser 120°. La séance dure de trois quarts d'heure à une heure et n'a lieu qu'une fois par jour.

La stase veineuse obtenue par l'application de la bande élastique a été appliquée par Bier au traitement des tuberculoses locales, en particulier des arthrites tuberculeuses, des affections inflammatoires sans pus collecté, de certaines névralgies. Lorsqu'il y a du pus collecté, dans les suppurations des gaines de la main, etc., au lieu de faire de grandes incisions combinées à un drainage large, Bier se contente de petites incisions, puis établit une stase faible. Pour les abcès du sein, les

furoncles, les anthrax, les panaris, on peut combiner de petites incisions à l'application de ventouses, qui, en même temps qu'elles déterminent une hyperémie passive, aspirent les liquides septiques à l'extérieur. Les boîtes à air chaud conviennent particulièrement aux arthrites rhumatismales.

On a cherché à expliquer l'action favorable de la stase sanguine dans les infections de différentes manières. Baumgarten et Heyde, qui ont fait une série d'expériences pour élucider cette question, admettent une action bactéricide du liquide transsudé, une dilution des toxines dans le liquide qui infiltre le membre hyperémié, une modification des tissus créant un milieu de culture moins favorable à la pullulation des microbes, etc. Tout cela est possible, mais ne nous semble pas démontré; actuellement encore, le mode d'action de l'hyperémie veineuse reste obscur.

IV. — Chirurgie des vaisseaux sanguins.

Deux discussions, l'une au Congrès international des Sciences médicales à Lisbonne, l'autre au Congrès français de Chirurgie, montrent les progrès accomplis dans cette partie de la chirurgie depuis cinquante ans. On est loin aujourd'hui des craintes que l'on avait à cette époque dès qu'il s'agissait de faire une opération intéressant des gros troncs vasculaires, en particulier des troncs veineux.

§ 1. — Anastomoses vasculaires.

La question des anastomoses vasculaires a été particulièrement étudiée en Amérique par Carrel et Guthrie (de Chicago), en Allemagne par Stich, Makkas, Dovman et Capelle à Breslau. Ces expérimentateurs ont pratiqué sur l'animal des anastomoses termino-terminales, termino-latérales, latéro-latérales, soit artério-artérielles, soit veino-veineuses, soit artério-veineuses. Ils ont transplanté des segments de tissus veineux à la place de troncs artériels réséqués, une veine jugulaire à la place de la carotide, etc. Toujours les vaisseaux et les anastomoses sont restés perméables; mais, pour arriver à ces résultats, il faut une asepsie absolue et un rétablissement exact de la continuité de l'endothélium.

A la suite de ces expériences, Carrel et Guthrie émettent l'hypothèse qu'on pourra peut-être chez l'homme rétablir la circulation dans des cas d'écrasement, de résection pour anévrisme, en interposant aux deux bouts de l'artère réséquée un segment de tronc veineux. Aucun fait clinique n'est encore venu confirmer ces expériences, ce qui s'explique par ce fait qu'en dehors même des difficultés de la technique, les conditions observées en clinique, dilacération des tissus, sclérose des veines, athérome artériel, etc., seront autant d'obstacles à ces interventions.

§ 2. — Plaies des gros troncs veineux.

D'une manière générale, la *ligature brusque des gros troncs veineux*, considérée comme fatalement mortelle autrefois, est sans inconvénients si l'on excepte le tronc de la veine porte et celui des veines mésaraïques. Pour la veine cave inférieure, la ligature, telle que nous l'avons faite avec succès, est sans inconvénients si elle porte au-dessous de l'abouchement des veines rénales, comme l'ont montré les expériences de nos élèves Gosset et Lecène. On ne connaît pas encore de cas de ligature de la veine cave supérieure; mais Goldmann, Heineke, Bardenheuer ont lié avec succès le tronc brachio-céphalique; quant aux ligatures des veines jugulaires, sous-clavières et fémorales, leur nombre ne se compte plus.

On comprend, dans ces conditions, que la ligature complète des veines, au-dessus et au dessous de la déchirure, constitue le traitement de choix. La *ligature partielle* convient aux toutes petites déchirures et aux arrachements d'une collatérale à son embouchure; nous l'avons plusieurs fois pratiquée sur la veine porte et toujours avec succès.

Pour les déchirures plus étendues, siégeant sur une veine dont l'oblitération brusque et complète est dangereuse, veine porte, veine cave au-dessus des veines rénales, il faut recourir à la *suture latérale*. Jacobsthal en a réuni un certain nombre d'observations : 7 sur la sous-clavière, 6 sur l'axillaire, 10 sur la jugulaire, 1 sur l'iliaque externe, 23 sur la fémorale, 2 sur la poplitée. Le sinus latéral a été de même refermé à l'aide d'une suture par Schwartz. Les résultats ont, en général, été excellents.

La *réunion circulaire* des deux bouts veineux, exécutée avec succès sur la fémorale par Kümmel, Krause, Payr, ne semble point appelée à de grandes applications.

Ces sutures veineuses, latérales ou circulaires, ont été généralement faites en surjet à points perforants, rapprochés, chargeant les deux lèvres de la paroi veineuse à 2 millimètres environ de la plaie, serrés doucement, arrêtant le fil tous les deux ou trois points. Une aiguille ronde, petite, et de la soie fine constituent le matériel nécessaire. Après avoir exercé pendant quelques instants une compression modérée avec un gros tampon pour arrêter le sang qui sourd le long des fils, il est bon, dit Lejars, de réunir en un second plan les tissus fibro-conjonctifs périvasculaires, les débris de la gaine tangentielle, par-dessus la veine suturée.

§ 3. — Traitement des thrombo-phlébites septiques.

L'action chirurgicale dans les thrombo-phlébites septiques a pour but d'empêcher la migration de caillots emboliques, cause d'accidents brusques cardio-pulmonaires ou septiques, point de départ d'abcès métastatiques pyohémiques, et de traiter localement le foyer d'infection vasculaire initial.

Les premières indications sont remplies par l'application de ligature entre le segment veineux enflammé et le cerveau. Malheureusement, en pratique, il est difficile de savoir exactement où s'arrête la thrombose et, comme le fait observer Lejars, des recherches un peu étendues ne vont pas sans pressions, sans brassements exercés sur le vaisseau malade et exposant à la fragmentation du caillot. Aussi ces ligatures, excellentes pour les veines de moyen calibre et superficielles, sont graves pour les grosses veines profondément situées.

L'action directe sur le foyer veineux infecté a été particulièrement pratiquée dans les thromboses septiques du sinus latéral consécutives à une infection d'origine otitique, où l'on a combiné à la ligature de la jugulaire interne l'ouverture et la désinfection du sinus. Dans ces derniers temps, on a fait des tentatives analogues pour des phlébites du petit bassin d'origine puerpérale (Bumm).

§ 4. — Traitement des varices.

Les varices ont toujours constitué une affection rebelle à la thérapeutique et réellement pénible lorsqu'elle s'accompagne du développement d'ulcères. De nombreuses tentatives opératoires ont déjà été faites; nous mentionnerons en particulier celles de Trendelenburg, qui faisait des ligatures ou des résections partielles de la saphène. L'année qui vient de s'écouler a vu paraître plusieurs Mémoires sur cette question.

Terrier et Alglave conseillent, dans les cas de grosses varices de la saphène interne, de faire systématiquement la résection totale, simple ou double, des troncs variqueux et de la plus grande partie à leurs branches originelles; on mettrait ainsi les malades à l'abri des récidives de l'ulcère.

Giordano et Monzardo conseillent, au contraire, de s'adresser aux troncs profonds et de commencer, à l'exemple de Parona, par la ligature de la veine poplitée. Lorsqu'il y a en même temps que des varices profondes des dilatations de la saphène, il faut combiner à cette ligature l'extirpation ou la ligature des saphènes variqueuses.

Comme on le voit, si les tentatives opératoires se multiplient, les procédés employés diffèrent, et l'on reste encore dans le doute sur le meilleur traitement à conseiller.

V. — Traitement des états hémorragipares.

Depuis que les physiologistes ont montré l'action des sels de chaux sur la coagulation, les médecins, à la suite de Wright, de Carnot, l'ont utilisée dans le traitement des états hémorragipares. Quelques chirurgiens en préconisent même l'emploi à titre préventif, avant certaines opérations, chez des malades prédisposés aux suintements sanguins. C'est ainsi que Mayo Robson conseille de faire prendre du chlorure de calcium aux malades ictériques qui doivent subir une opération, que Chaput, Monod, Quénu ont utilisé les injections préventives de chlorure de calcium chez les hémophiles qui doivent subir une intervention chirurgicale.

P. Emile-Weil, mettant à profit cette autre constatation physiologique que beaucoup de sangs incoagulables retrouvent *in vitro* leur coagulabilité par adjonction de sérum sanguin frais, vient d'appliquer cette donnée au traitement de l'hémophilie. Un certain nombre d'observations, réunies par Auguste Broca, ont montré qu'une injection de 10 à 20 c.c. de sérum frais injecté dans les veines, de 20 à 30 c.c. injectés dans le tissu cellulaire sous-cutané, suffisent pour arrêter des hémorragies. Les sérums d'homme, de lapin, de cheval, de bœuf se sont montrés efficaces, à la condition qu'on les emploie *frais*. Le sérum bovin ne doit toutefois pas être employé, parce qu'il expose à des accidents, passagers il est vrai, mais bruyants (réaction thermique, frissons, cyanose, vomissements, céphalée, rachialgie).

En pratique, si l'on n'a pas le temps d'attendre vingt-quatre heures et de pratiquer une saignée aseptique à la carotide d'un lapin, on peut recourir au sérum antidiphtéritique, dont l'Institut Pasteur met tous les mois des provisions fraîches dans le commerce; mais, le sérum simple contenant en lui-même tous les ferments coagulants nécessaires à l'hémostase, il est préférable de ne pas utiliser de sérums antitoxiques.

VI. — Tétanos.

Il y a quelques années, nous avons déjà eu l'occasion, dans une de nos revues, de parler de la sérothérapie du tétanos. D'une longue discussion ayant eu lieu à la Société de Chirurgie cette année, il semble résulter que la sérothérapie curative du tétanos n'a aucune valeur. C'est du moins ce qu'ont affirmé la plupart des orateurs, en particulier Rieffel, qui lui dénie toute action, même dans le tétanos à marche lente. Le meilleur traitement serait le vieux traitement par l'isolement et le chloral à hautes doses.

Les injections de sérum antitétanique, faites préventivement à toute cette catégorie de blessés qu'on a dénommés blessés de rue, auraient, au contraire, une action réelle à la condition qu'elles fussent faites de bonne heure et renouvelées.

Thiéry a bien affirmé que, d'après les statistiques de morbidité et de mortalité de la Ville de Paris, les cas de tétanos ne sont pas moins fréquents depuis la découverte et l'emploi du sérum antitétanique qu'ils ne l'étaient dans les années précédentes; que, d'autre part, en ce qui le concerne personnellement, il n'a jamais vu de tétanos survenir dans les différents services qu'il a eus à diriger, bien qu'il n'ait jamais employé la sérothérapie antitétanique préventive. Mais ses assertions méritent peut-être d'être revisées; les résultats obtenus en médecine vétérinaire sont tellement nets, tellement évidents que, comme l'a noté Championnière, il est impossible de conserver le moindre doute sur l'efficacité des injections préventives.

Les cas de tétanos relatés au cours de la discussion ont, du reste, été observés le plus souvent à l'occasion de petites plaies négligées : une simple piqûre d'aiguille au doigt (Routier), une écorchure insignifiante de la face (Dupraz), etc. C'est parce qu'il est impossible de s'astreindre à faire une injection de sérum antitétanique à propos de toutes les lésions traumatiques, même les plus minimes, qu'on continuera à observer des cas de tétanos. L'injection préventive de sérum reste indiquée pour toutes les plaies contuses, souillées par des détritus du sol, ces plaies étant celles qui, autrefois, étaient le plus souvent suivies d'accidents tétaniques.

VII. — Traitement des fractures.

Depuis quelques années, le traitement des fractures a fait un peu partout l'objet de travaux nombreux. La vulgarisation des procédés radiographiques, en permettant de reconnaître de petites lésions osseuses insoupçonnées jusqu'alors et en montrant l'imperfection fréquente des résultats morphologiques obtenus, a conduit les chirurgiens à reprendre l'étude des fractures, que l'on pouvait croire terminée. Cette étude a acquis un regain d'actualité d'autant plus grand que les nouvelles lois sur les accidents du travail ont obligé à préciser plus qu'on ne le faisait auparavant l'état des parties, de manière à permettre aux tribunaux de fixer en connaissance de cause le taux des indemnités à attribuer. A cet égard, nous devons dire que, si la radiographie a rendu de grands services, elle a peut-être eu quelquefois des inconvénients. Quelques chirurgiens se sont attachés, par des procédés de réduction sanglante, à obtenir une rectitude plus parfaite des leviers osseux, ce qui n'a pas été, croyons-nous, sans quelques inconvénients, au point de vue de l'état des fonctions du membre, et même, dans des cas heureusement exceptionnels, de la vie des malades. Si nous ajoutons que, trop souvent aujourd'hui, l'accidenté du travail, à l'instigation d'un agent d'affaire véreux ou même quelquefois, nous avons la tristesse de le dire, sous l'influence d'un médecin marron, néglige le traitement consécutif, de manière à entretenir son infirmité et à obtenir une indemnité plus grande, on comprendra tout ce que le problème du traitement des fractures comporte actuellement de difficultés.

Pratiquement, le but doit être de rendre au membre fracturé ses fonctions dans le plus court délai et aussi complètement que possible. C'est là, à notre avis, le point fondamental; peu importe qu'il y ait ou non une légère difformité osseuse, difformité qui souvent même n'apparaît pas à l'examen direct, mais n'est constatée que sur une épreuve radiographique. Pour le malade, si nous exceptons quelques fractures occupant des parties découvertes chez des femmes soucieuses de leur esthétique, l'intérêt principal est de retrouver, sans difformité apparente trop visible, l'intégrité des fonctions du membre fracturé.

§ 1. — Fractures du fémur.

A part quelques cas de fractures transversales, sans déplacement de l'os, où un manchon périostique intact maintient exactement dans leurs rapports les fragments, le simple appareil à attelles est aujourd'hui regardé comme insuffisant pour le traitement des fractures du corps du fémur. Par suite de la crampe réflexe des muscles, déterminée par la douleur osseuse, le fragment inférieur remonte pendant que le supérieur, sous l'action des pelvi-trochantériens et du psoas, se dévie en abduction et en flexion, et cela d'autant plus que la lésion occupe un siège plus élevé.

Aussi comprend-on que quelques chirurgiens, en particulier à l'étranger, aient eu l'idée de mettre l'os à nu, de le suturer, de le boulonner ou de l'encheviller. Il semble qu'on peut arriver plus simplement à obtenir de bons résultats en recourant à l'extension continue, que Bardenheuer vient de préconiser au dernier Congrès de la Société allemande de Chirurgie et qui est réalisée depuis des années par la plus grande partie des chirurgiens parisiens, à l'aide d'un appareil excellent, dont la vulgarisation n'est pas encore aussi grande qu'elle devrait l'être, l'appareil d'Hennequin.

§ 2. — Fractures de la clavicule.

Pour éviter les déformations habituelles après la consolidation des fractures de la clavicule, quel-

ques chirurgiens n'ont pas craint de préconiser la suture osseuse. Couteaud vient récemment d'établir qu'on pouvait, sans faire de suture, obtenir des consolidations en rectitude parfaite si l'on plaçait le malade dans une position déterminée. Il suffit de coucher le blessé sur le bord du lit, l'épaule en porte-à-faux, le membre supérieur pendant verticalement. Au bout de deux à trois jours, le déplacement est réduit; on peut laisser l'avant-bras en contre-bas du lit, cette position suffisant pour assurer automatiquement la juxtaposition des fragments.

Ce procédé a l'inconvénient d'obliger le blessé à garder le lit pendant quinze à vingt jours, dans une position pénible, tout au moins les premiers jours, et de déterminer un œdème notable du membre. On pourra cependant y recourir chez des femmes qui tiennent à guérir avec un minimum de déformation.

§ 3. — Fractures et luxations du carpe.

Après certains traumatismes du poignet, le retour fonctionnel est parfois insuffisant. Ces mauvais résultats peuvent tenir, comme le fait observer Segond, à ce qu'on néglige aujourd'hui un peu trop la réduction des fractures de l'extrémité inférieure du radius, se contentant de les traiter par le massage; ils tiennent certainement aussi quelquefois à la présence de lésions du carpe, un peu laissées dans l'ombre jusqu'à ces derniers temps. Signalées et décrites par l'École de Lyon, ces lésions traumatiques du carpe ont, depuis dix-huit mois, fait l'objet d'une série de communications à la Société de Chirurgie; elles ont été, en particulier, bien étudiées par Pierre Delbet.

A un premier degré, le grand os se luxe en arrière et monte sur le dos du semi-lunaire. Celui-ci se place en flexion, mais sans perdre ses connexions normales avec le radius. Il y a un dos de fourchette manifeste; la tête du grand os fait saillie en arrière et semble manifestement luxée.

Dans un second degré, le semi-lunaire, pressé par le grand os, exécute un mouvement de rotation autour du ligament radio-semi-lunaire comme autour d'une charnière, de telle sorte que sa face concave regarde directement en avant. La tête du grand os vient alors occuper en partie la place du semi-lunaire et ne fait plus qu'une saillie insignifiante ou nulle en arrière.

La rotation du semi-lunaire peut aller encore plus loin, être de 180°, de telle sorte que la face concave de l'os regarde en haut. Dans ce cas encore, le déplacement du grand os peut passer inaperçu.

Dans son déplacement, le grand os peut entraîner le scaphoïde, qui se fracture par arrachement au niveau de son col, une moitié restant attenante au semi-lunaire.

Ces luxations, avec ou sans fracture, succèdent à une chute sur la paume de la main comme les fractures de l'extrémité inférieure du radius et, comme elles, peuvent s'accompagner d'une déformation en dos de fourchette. Mais la tuméfaction est plus bas; les apophyses styloïdes, radiale et cubitale, ont conservé leurs rapports; le carpe est à la fois raccourci et épaissi; souvent le poignet est fixé, comme cloué, dit Segond, la main étant en extension sur l'avant-bras, les doigts légèrement fléchis.

Le traitement consiste dans la résection du semi-lunaire et, s'il y a fracture du scaphoïde, de la portion contiguë de cet os, par une incision sur le bord interne du tendon du grand palmaire. Exceptionnellement, on pourrait, dit Demoulin, obtenir la réduction sans intervention sanglante.

VIII. — Tube digestif.

§ 1. — Pharyngectomies.

Depuis Verneuil et ses élèves, l'*ablation des cancers du pharynx* était à peu près abandonnée en France. Les statistiques publiées plus récemment à l'étranger par Krönlein, par Czerny, n'étaient, du reste, guère encourageantes. La mortalité immédiate était considérable, les résultats éloignés mauvais.

L'opération était cependant logique; le cancer du pharynx est un cancer qui se propage de proche en proche et qui se généralise peu; on pouvait donc se demander si les résultats ne finiraient pas par s'améliorer. Un important Mémoire de Vallas (de Lyon), contenant 19 observations personnelles de pharyngectomies, a ramené la question à la tribune de la Société de Chirurgie. Les résultats sont aujourd'hui très supérieurs à ce qu'ils étaient autrefois, tant au point de vue immédiat qu'au point de vue éloigné. Aussi, dans le Rapport que nous avons présenté sur cette question, avons-nous conclu qu'il y avait lieu de recourir à l'intervention, malgré les risques auxquels elle expose.

L'ablation par les voies naturelles ne nous semble pas devoir être conseillée; l'incision oro-jugale de Jaeger (section horizontale de la joue, de la commissure labiale au bord du masséter) et l'incision coudée jugale inférieure de Maunoury-Verneuil (incision descendant de la commissure au bord du maxillaire pour se recourber le long de celui-ci) donnent certainement plus de jour, mais ont l'inconvénient de ne pas permettre une ablation complète des ganglions.

Avant tout, il est nécessaire de se donner du jour; pour les *tumeurs du pharynx inférieur*, il nous semble que la pharyngotomie sous-hyoïdienne

de Malgaigne, la sus-hyoïdienne de Jeremisch, l'ostéotomie médiane de l'hyoïde, même combinée à l'hémirésection de cet os (Vallas, Paul Delbet), doivent céder le pas à la pharyngotomie latérale sus ou sous-hyoïdienne de Krönlein.

Pour les *tumeurs de l'oro-pharynx*, l'incision sous-angulo-maxillaire (Jaboulay) suffit quelquefois; mais, le plus souvent, il est nécessaire d'agir sur le maxillaire inférieur. Aux sections, combinées à des déplacements osseux temporaires, que préconise en général l'École allemande, Vallas préfère la résection définitive de l'angle et de la plus grande partie de la branche montante. C'est le procédé qui nous semble le meilleur. Avec lui, on aborde la tumeur par la limite extrême de ses prolongements ganglionnaires; on la contourne à sa périphérie, la séparant, dès le début, de ses connexions avec les gros troncs vasculaires du cou. On enlève, en bloc, la tumeur, les ganglions et les territoires lymphatiques intermédiaires.

Si l'on ajoute que, les incisions étant exclusivement cervicales, la face et le contour orbiculaire se trouvent respectés, ce qui assure le fonctionnement de la bouche et des lèvres, et permet secondairement une réparation plus esthétique, on comprendra que ce procédé mérite d'être employé dorénavant.

§ 2. — Rétrécissement de l'œsophage.

Dans notre dernière revue, nous avons eu l'occasion de parler des avantages que les chirurgiens allemands retirent de l'œsophagoscopie pour l'extraction des corps étrangers. L'importance de l'œsophagoscopie semble continuer à croître. A plusieurs reprises, nous avons eu l'occasion de constater l'utilité qu'elle présente comme mode d'exploration. Grâce à elle, *l'œsophagotomie interne* a acquis un regain d'actualité; Guisez a bien montré que, sous le contrôle de l'œsophagoscope, on pouvait faire de petits débridements multiples de rétrécissements et, en combinant ces scarifications à des séances de dilatation, arriver à rendre à l'œsophage sa perméabilité.

La gastrostomie ayant donné à quelques chirurgiens des résultats médiocres, qui, croyons-nous, tenaient surtout à des défauts de technique, nous avons vu apparaître de nouvelles opérations destinées à remplacer celles qu'on pratiquait jusqu'ici. Tavel (de Berne), pour éviter la fixation de l'estomac à la paroi abdominale et assurer une continence parfaite de l'orifice, exclut complètement une anse d'intestin qu'il implante d'une part sur l'estomac, d'autre part à la peau.

Opérant d'une manière analogue, mais excluant une portion d'intestin plus longue, Roux (de Lausanne) a cherché à constituer, à l'aide d'une anse d'intestin passant sous la peau au-devant du sternum, *un nouvel œsophage*. Dans un premier temps, il implante sur la face antérieure de l'estomac une anse grêle réséquée et, après l'avoir insinuée sous la peau, la fixe à la peau de la région cervicale. Dans un second temps, il se proposait, une fois la vitalité de l'intestin transplanté bien assurée, de l'anastomoser à l'œsophage cervical. Lorsqu'il a publié son observation, il restait encore à exécuter ce second temps, l'abouchement du néo-conduit dans l'œsophage cervical.

Ces tentatives, intéressantes au point de vue expérimental, ne sont peut-être pas destinées à un grand avenir, parce qu'elles sont difficiles et un peu longues à exécuter, ce qui est important à considérer, étant donnée la faiblesse habituelle des malades justiciables de la gastrostomie.

§ 3. — Maladies de l'appendice.

L'*inutilité de certaines appendicectomies*, que nous mentionnions ici même il y a deux ans, a été depuis cette époque mise en lumière par de retentissantes communications du Professeur Dieulafoy, qui, avec plus d'autorité que nous, a bien montré que quantité de gens, simplement atteints de typhlo-colite muco-membraneuse ou sableuse, sont indûment opérés d'appendicite qu'ils n'ont pas.

L'attention est un peu trop attirée aujourd'hui sur l'*appendicite*, que certains croient, *peut-être à tort, beaucoup plus fréquente qu'autrefois*. C'est ce que tend à établir une intéressante statistique publiée par notre maître Lannelongue. De 1885 à 1889, période où l'on ne portait pas le diagnostic appendicite, à l'hôpital Trousseau, il est entré 470 enfants atteints de péritonite aiguë; de 1895 à 1899, une fois l'appendicite connue, il y a eu 443 appendicites diagnostiquées et 166 péritonites aiguës. Le nombre des appendicites aurait donc, en apparence, augmenté; mais ce n'est là probablement qu'une apparence, résultant de ce que la maladie est mieux connue et séparée d'un bon nombre d'affections d'autres organes. Une statistique d'un médecin militaire allemand l'établit :

	En 1874	En 1886	En 1901
Appendicites	156	319	918
Maladies du foie	85	63	57
Abcès du ventre	1.072	802	379
Péritonites	123	136	62
	1.436	1.320	1.416

Pour ces trois années, on le voit, les totaux de ces maladies similaires sont sensiblement égaux.

La question du *moment opportun pour intervenir dans l'appendicite* reste toujours à l'étude. Il y a quelques années, on demandait une réponse à l'examen du sang. Aujourd'hui, le Professeur Lan-

nelongue croit pouvoir la trouver dans la recherche du coefficient urotoxique, qui, dans les formes graves, s'élèverait à un chiffre trois et quatre fois supérieur au chiffre normal. En pratique, nous croyons qu'on n'arrivera à réduire considérablement la mortalité que si, dans toutes les formes d'appendicites aiguës nettement diagnostiquées, on enlève l'appendice dans les trente-six premières heures.

Un Mémoire, présenté par MM. Jeanbrau et Anglade à la Société de Chirurgie, a été le point de départ d'une discussion sur les *rapports existant entre les traumatismes et l'appendicite*. Des faits apportés il résulte, comme l'a dit Picqué dans son Rapport, que l'accident ne crée pas l'appendicite, et que la crise survenue après un traumatisme n'est que le réveil d'une appendicite préexistante. Le traumatisme, chez un appendiculaire avéré ou latent, réveille ou aggrave l'appendicite : il ne la produit pas. C'est à une conclusion analogue qu'est arrivé tout récemment un chirurgien américain, Deaver, qui insiste, de plus, sur ce fait qu'un traumatisme agissant sur la fosse iliaque droite peut simplement déchirer le péritoine pariétal sous-jacent et simuler une poussée aiguë d'appendicite, au point que la cœliotomie seule est à même d'élucider le diagnostic.

Contrairement à l'opinion courante, qui veut que le *cancer primitif de l'appendice* soit une maladie rare, j'ai, à propos de deux faits étudiés par mon assistant, M. Lecène, montré que cette maladie est beaucoup plus fréquente qu'on ne le croit. Généralement confondue avec l'appendicite, elle ne peut le plus souvent en être distinguée que par l'examen histologique, d'autant qu'elle se développe quelquefois sur la cicatrice d'une ancienne appendicite.

IX. — Organes génitaux.

§ 1. — Rétrécissement de l'urètre.

Le traitement des rétrécissements traumatiques de l'urètre n'est, en général, pas très satisfaisant, les récidives observées après les traitements habituels étant fréquentes et rapides.

Von Hacker, qui a fréquemment appliqué la mobilisation de l'urètre à la cure de l'hypospadias, conseille d'y recourir après les résections de l'urètre pour rétrécissement. On peut, après ces résections, disséquer et mobiliser l'urètre spongieux et le rapprocher ainsi de la région membraneuse. Le point capital est d'éviter toute tension des parties mobilisées, puis amenées au contact.

Pasteau et Iselin, sous l'inspiration du Professeur Guyon, craignant l'infiltration cicatricielle de la région opératoire, établissent, au contraire, après l'urétrectomie, un abouchement périnéal; on assiste alors à la formation d'une large fistule dont les parois sont formées de tissus souples. Secondairement, une urétroplastie à doubles lambeaux taillés dans ces tissus souples permet de fermer facilement la fistule. On éviterait ainsi presque à coup sûr les récidives.

§ 2. — Ectopie testiculaire.

Le traitement de l'ectopie testiculaire a fait l'objet d'importants Rapports de Souligoux et de Villard au dernier Congrès français de Chirurgie. L'opération comprend deux temps :

1° L'abaissement du testicule; 2° sa fixation.

L'abaissement est le temps le plus difficile, en raison des obstacles qui s'opposent à la libération du cordon. Le plus important est l'adhérence du conduit péritonéo-vaginal aux éléments du cordon. La séreuse accolée au faisceau vasculaire et au canal déférent empêche leur élongation et leur déplissement, de la même manière qu'une doublure fronçant une étoffe, écrit Forgues. Aussi est-il nécessaire d'exciser méthodiquement ce canal ou, s'il est oblitéré, le cordon fibreux qui le remplace, de bas en haut, remontant jusqu'à la graisse sous-péritonéale; après sa section au péritoine, on peut constater une brusque détente.

Pour fixer le testicule descendu, on a suturé la glande au scrotum, à l'angle de la cloison, au testicule opposé, à un orifice fait au travers de la cloison, etc. On a suturé le cordon aux piliers inguinaux, aux adducteurs, etc. Tout cela ne semble avoir, d'après les travaux récents, qu'une importance relative. Une libération et une descente bien complètes, combinées à une réfection du canal suivant le procédé de Bassini pour la cure radicale des hernies, assurent le maintien de la guérison.

Dr Henri Hartmann,

Professeur agrégé de la Faculté de Médecine de Paris,
Chirurgien des Hôpitaux.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Vessiot (E.). *Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.* — **Leçons de Géométrie supérieure,** *professées en* 1905-1906, *rédigées par* M. Anzemberger. (*Prix* : 12 *fr.*) *Hermann, éditeur, Paris*; *Delaroche et Schneider, éditeurs, Lyon,* 1907.

Ces leçons ont été rédigées pour répondre au programme spécial d'Analyse de l'agrégation de Mathématiques en 1906; elles sont une excellente préparation à l'étude des travaux originaux de Géométrie supérieure, et ne supposent au lecteur que des connaissances générales sur les sujets traités. Aussi M. Vessiot commence-t-il par reprendre les points essentiels de la théorie des courbes gauches et des surfaces développables; puis, abordant l'étude des surfaces en général, il insiste particulièrement sur les deux formes quadratiques différentielles fondamentales de Gauss, qui définissent toute surface en coordonnées curvilignes, et montre leur rôle dans l'étude des lignes tracées sur la surface.

L'auteur, ayant principalement en vue l'étude des systèmes de droites, considère ensuite les surfaces réglées, puis les congruences et les complexes de droites, et plus spécialement les congruences de normales, ce qui l'amène à la cyclide de Dupin, dont il fait ressortir les analogies avec les surfaces doublement réglées, en conformité avec la correspondance de Lie entre les droites et les sphères : à cette correspondance se rattache la notion de *bande* d'une surface, formée sur la surface par une simple infinité d'éléments de contact.

Puis vient l'étude des congruences de droites, considérées comme joignant les points correspondants de deux surfaces. M. Vessiot développe spécialement, avec toutes ses conséquences, le cas où les développables de la congruence découpent sur les surfaces deux réseaux conjugués.

Les complexes de droites sont ensuite étudiés, notamment au point de vue de leurs relations avec l'équation aux dérivées partielles du premier ordre; le complexe linéaire, avec ses applications géométriques et mécaniques, fait l'objet d'un chapitre spécial.

Les derniers chapitres sont consacrés aux transformations de contact, avec la détermination de celles de ces transformations qui conservent les asymptotiques ou les lignes de courbure, puis aux systèmes triples orthogonaux (équations de M. Darboux, exemples), et enfin aux congruences de sphères et de cercles : notons l'application au théorème de Malus sur la réflexion ou la réfraction d'une congruence de normales, l'étude du système triple de Ribaucour et celle des systèmes cycliques.

Cet ouvrage, à la fois concis et très riche, se distingue autant par la simplicité et le naturel des méthodes que par une heureuse composition qui a permis à l'auteur de relier entre eux et de rassembler en peu de pages un grand nombre de faits importants : en l'écrivant, l'éminent professeur de la Faculté de Lyon a rendu à l'enseignement et à la science un signalé service.

M. Lelieuvre,
Professeur au Lycée et à l'Ecole des Sciences de Rouen.

Fricker (M.). — **Rivetage.** — 1 *vol. de l'Encyclopédie scientifique des Aide-mémoire.* (*Prix* : 2 *fr.* 50.) *Gauthier-Villars, éditeur. Paris,* 1907.

Dans un des derniers opuscules des Aide-Mémoire, M. Fricker, ingénieur civil des Constructions navales, étudie l'importante question du rivetage.

La première partie de ce petit ouvrage est consacrée aux rivets et aux assemblages; la seconde, à l'exécution du rivetage.

L'auteur passe successivement en revue la forme des rivets, les proportions des têtes et rivures, le diamètre des rivets et la nature du métal des rivets.

On peut regretter le peu de développement que donne l'auteur à ce dernier point; il conclut par la règle suivante : « On rive, d'une façon générale, les matériaux d'un métal avec des rivets de même métal; l'assemblage est ainsi plus homogène que si tôles et rivets étaient de matériaux différents. » On ne conçoit pas bien l'importance de cette uniformité de la matière; il paraît, au contraire, que la tendance actuelle est d'utiliser des rivets en aciers spéciaux, offrant plus de sécurité que les aciers ordinaires, et cela même dans le cas où la tôle est en acier ordinaire.

L'étude et le calcul des assemblages rivés, leurs applications font l'objet du deuxième titre de la première partie.

Dans la seconde partie, M. Fricker examine la fabrication des rivets, la préparation des matériaux et la mise en place des rivets; peut-être n'insiste-t-il pas suffisamment sur les méthodes de chauffage, notamment sur les fours à gaz et à résistance électrique qui sont fréquemment employés.

Enfin, il étudie avec quelques détails le rivetage à la main et le rivetage mécanique, ainsi que le dérivetage.

Il eût été intéressant d'avoir sur ce sujet des données sur les essais qui ont été faits récemment dans la Marine française sur le dérivetage au moyen de l'oxygène. Cette méthode, qui consiste, comme l'on sait, à projeter de l'oxygène sur une surface chauffée, paraît donner des résultats très remarquables.

Le petit volume que présente M. Fricker est appelé à rendre des services dans les ateliers de construction; il serait intéressant de le voir compléter rapidement par un résumé des beaux travaux que M. Frémont a publiés récemment.

L. Guillet,
Docteur ès sciences.
Ingénieur des Arts et Manufactures.

2° Sciences physiques

Séligmann-Lui, *Ingénieur en Chef des Mines.* — **Bases d'une théorie mécanique de l'Electricité.** — 1 *vol. in-8° de* 208 *pages, avec* 47 *figures.* (*Prix* : 3 *fr.*) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1907.

Ces bases d'une théorie mécanique de l'Electricité sont, d'une part, quelques propriétés fondamentales, considérées comme connues par l'expérience, d'autre part, un certain nombre d'hypothèses.

Les propriétés expérimentales sont les suivantes :

1° La grandeur d'une charge électrique peut être définie par les forces qui s'exercent entre les corps électrisés, sans qu'il soit nécessaire de faire une hypothèse sur la nature même de l'électricité : les charges sont des quantités susceptibles de signe et s'ajoutent algébriquement;

2° La somme algébrique des charges reste constante dans un système isolé;

3° Il existe des corps conducteurs et des corps isolants.

Les uns et les autres seraient constitués par des particules séparées, portant sur leurs deux faces des charges égales, mais de signe contraire.

Il s'agit, en supposant la matière constituée par des points matériels en mouvement permanent, de trouver la forme de la fonction des paramètres mécaniques susceptible de représenter l'électricité.

Ces paramètres sont les masses des points matériels, leurs coordonnées, les forces qui s'exercent entre eux et les dérivées de ces coordonnées et de ces forces.

Pour y parvenir, M. Seligmann-Lui s'appuie sur un postulat qu'il a énoncé et employé déjà dans un Mémoire précédent: « Il est impossible de transformer de l'énergie cinétique en énergie potentielle en faisant passer un système d'un état d'équilibre à un autre ». A l'aide de ce postulat, il démontre que l'énergie électrique est purement potentielle. Si l'on admet que l'équilibre électrique correspond au minimum d'énergie, on arrive à des formules qui concordent avec les formules déduites de l'expérience, ce qui justifie l'hypothèse.

Mais il résulte de là que l'état neutre, étant caractérisé par un minimum absolu de l'énergie, devait tendre toujours à se rétablir; il faut donc expliquer l'isolement.

L'auteur suppose que les points matériels sont groupés par atomes, formés par des systèmes de points très voisins, animés d'un mouvement successif le long d'une trajectoire fermée, et que la transmission d'énergie entre deux atomes exige que les trajectoires se touchent. Les corps seraient d'autant plus conducteurs que ces contacts seraient plus fréquents.

En apparence, cette hypothèse est en contradiction avec l'une des premières: on a supposé constante, non pas l'énergie du diélectrique, mais la charge. Cela tient à ce que l'énergie potentielle, définie par le théorème de Claudius ou par le potentiel, n'est la même que si le système est complètement fermé, c'est-à-dire soustrait à toute action extérieure.

L'énergie électrodynamique est aussi purement potentielle; elle doit être une fonction homogène du second degré des intensités de courant. On déduit de cette hypothèse les lois fondamentales de l'Electrodynamique et de l'Induction.

Il n'est pas nécessaire de faire appel aux propriétés particulières de l'électricité pour expliquer la propagation des oscillations électriques dans les diélectriques. Ce n'est qu'un cas particulier de la propagation d'une perturbation provoquée en un point dans un système où l'on n'admet que des forces centrales.

M. Séligmann-Lui pense que l'identification complète des ondes électriques et des ondes lumineuses est bien hasardée. Mais ses arguments ne me paraissent pas très convaincants. « Les rayons lumineux sont essentiellement rectilignes, avec la petite correction de la diffraction. Les ondes électriques se propagent le long d'un fil sinueux ».

La « petite » correction de la diffraction peut devenir assez grande pour masquer complètement la propagation rectiligne, comme dans les milieux troubles. Un milieu est-il trouble ou non? C'est affaire de longueur d'onde et de constitution du milieu.

« L'action lumineuse sur un corps opaque ne produit habituellement que de la chaleur ou des effets chimiques. Il n'y a rien d'analogue aux effets d'induction, qui font d'un résonateur électrique une source nouvelle d'étincelles. »

Cette affirmation est trop absolue. Les expériences de Rubens sur la réflexion des ondes caloriques de grande longueur d'onde sur des systèmes de résonateurs orientés, montrent que ces ondes se comportent comme les ondes électriques; il est donc très probable que les ondes lumineuses feraient de même.

Intéressante en elle-même, la tentative de M. Séligmann-Lui met une fois de plus en évidence les difficultés que rencontrent les théories « mécaniques » de l'électricité.

Elles ne sont *mécaniques* que par leurs procédés de calcul, mais ne peuvent s'affranchir de certaines hypothèses spécifiques, irréductibles aux principes de la Mécanique. Pour ma part, j'ai plus d'espoir dans l'avenir des théories qui, suivant le chemin inverse, se proposent de ramener les phénomènes mécaniques aux phénomènes électromagnétiques, prenant comme élément, non pas le point « matériel », mais le point « électrique ».

MARCEL LAMOTTE,
Professeur adjoint de Physique
à l'Université de Clermont-Ferrand.

Fribourg (Ch.), *Chimiste à la Société des Sucreries et Raffineries d'Egypte.* — **L'Analyse chimique en sucrerie et raffinerie de cannes et de betteraves,** *avec une préface de* M. H. PELLET. — 1 *vol. in-8° de* 390 *pages et* 51 *figures.* (*Prix* : 12 *fr.* 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris,* 1907.

Quand on écrit un livre, ce n'est pas tout d'y mettre ce que l'on sait; il faut également se préoccuper de ceux auxquels on s'adresse, se demander sans cesse ce qu'ils ne savent pas et ce qu'ils espèrent trouver dans ce livre. Le professeur, placé devant un auditoire attentif, est en communication avec lui; il lit sur les visages s'il intéresse et s'il est compris. L'auteur n'a pas cette ressource, et il lui faut souvent oublier ce qu'il écrit pour se mettre à la place de son lecteur.

C'est ce qu'a fait M. Fribourg, l'auteur de l'excellent livre que la Direction de la *Revue* nous a demandé d'analyser. A qui s'adresse-t-il? Aux chimistes de sucreries et de raffineries, c'est-à-dire à des hommes d'origine et de capacité très différentes. Voici, par exemple, deux prototypes opposés : l'un sort d'une de nos grandes Ecoles, Ecole centrale, Institut national agronomique, Ecole municipale de Physique et de Chimie, Institut de Chimie appliquée, etc...; on lui a appris beaucoup de choses; il est chimiste, mais il n'est pas chimiste de sucrerie; on ne lui a pas appris à doser le sucre dans les divers produits de la sucrerie, à déterminer les coefficients de pureté et les coefficients salins, à contrôler la richesse du gaz du four à chaux, à estimer la valeur d'un calcaire ou d'un noir animal. L'autre est un enfant que l'on prend dans le village même de la sucrerie, et auquel, quand son intelligence le permet, on confie peu à peu les analyses courantes de contrôle; le chimiste qui le dirige n'a pas toujours le temps de faire son éducation, et il faut à cet apprenti un livre qui lui fasse comprendre la raison de ce qu'il exécute machinalement et précise la marche de ses opérations. Il est difficile, dès lors, de parler le même langage à ces deux chimistes, si différents l'un de l'autre. Lisez le livre de M. Fribourg avec cette double préoccupation et vous verrez qu'il les satisfait tous les deux; tous deux puiseront les renseignements relatifs à la prise de la densité et au dosage de la matière sèche, au dosage polarimétrique du sucre dans les betteraves, les cossettes épuisées, les eaux de condensation, les jus, les sirops et les masses cuites, les sucres bruts, les tourteaux d'écume, etc., au dosage du sucre réducteur, des cendres et de la chaux, à la colorimétrie, à la vérification des instruments de mesure, balances, ballons, pipettes, etc..., à l'analyse du calcaire, des combustibles, de l'albumine, du noir animal, des bleus d'outremer, et des engrais que le fabricant de sucre contrôle souvent pour le cultivateur.

Le livre est écrit par un jeune savant, qui, nanti d'une forte éducation chimique, est devenu un praticien habile et consciencieux. Il sera lu avec profit par tous ceux qui sont chargés, à quelque titre que ce soit, d'exercer le contrôle chimique des sucreries de betteraves et de cannes, et des raffineries de sucre.

L. LINDET,
Docteur ès sciences,
Professeur à l'Institut national agronomique.

3° Sciences naturelles

Fritel (P. H.), *Attaché au Muséum national d'Histoire naturelle.* — **Géologie.** (**Histoire naturelle de la France, 23e partie**). — 1 *vol. in-16, de* 391 *pages,* 29 *planches,* 18 *cartes en noir et une carte géologique de la France en couleurs.* (*Prix* : 6 *fr.*) *Les fils d'Emile Deyrolle, éditeurs. Paris,* 1907.

M. Fritel est déjà connu par les deux ouvrages, consacrés l'un à la Paléontologie animale, l'autre à la

Paléontologie végétale, qui ont paru dans la collection Deyrolle. Le volume qu'il nous donne aujourd'hui vient heureusement compléter cet ensemble. Peut-être eût-il été préférable de l'intituler Géologie de la France, car ce n'est point un traité de Géologie (il y en a déjà plusieurs et d'excellents), mais bien plutôt une description géologique de la France.

A peine une cinquantaine de pages sont-elles consacrées aux phénomènes géologiques et à la nomenclature, et tout de suite l'auteur aborde la description régionale. Toutes les grandes unités de notre sol sont ainsi passées en revue. Dans chaque cas, M. Fritel indique la succession des couches, l'endroit où l'on peut les observer, les roches éruptives qui les traversent, les fossiles qu'on y rencontre. Il ne se borne pas à mentionner ceux-ci, mais figure la plupart de ceux qui n'avaient pu trouver place dans les deux ouvrages antérieurs; l'introduction nous apprend que 1.400 espèces se trouvent ainsi figurées. Chaque chapitre est, en outre, accompagné d'une petite carte, tandis qu'une carte générale de la France est placée à la fin du volume. Les divisions stratigraphiques sont celles du Traité de M. de Lapparent.

D'un format maniable et d'un prix abordable, cet ouvrage est appelé à rendre service aux collectionneurs, aux amateurs et même à ceux qui font de la géologie une étude spéciale, car il leur donnera, sous une forme condensée, une foule de renseignements qu'il leur faudrait chercher dans de nombreux mémoires ou traités.

L. Pervinquière,
Chargé de Conférences à la Sorbonne,
Vice-Président de la Société géologique de France.

Ferguson (John), *Vice-président de la Section de Ceylan de la Société royale asiatique.* — **Ceylon in 1903-1905.** — 1 *vol. in-8° de* 160-CLXXXVI *pages avec fig. A. M. et J. Ferguson, éditeurs. Colombo*, 1907.

Ce volume, qui en est à sa 6e édition depuis l'année 1883, constitue un excellent guide illustré de la colonie anglaise de Ceylan.

Après un historique consacré à l'œuvre de l'Angleterre à Ceylan, l'auteur s'étend longuement sur les richesses agricoles de l'île et leur mise en valeur progressive. Il décrit, d'autre part, les beautés naturelles de l'île susceptibles d'attirer les touristes. Un appendice donne de nombreux renseignements statistiques.

Henry (E.), *Professeur à l'Ecole nationale des Eaux et Forêts.* — **Préservation des bois contre la pourriture par le sol, les champignons et les insectes. Recherches sur la valeur comparative de divers antiseptiques.** — 1 *vol. in-8° de* 96 *pages avec* 10 *planches en phototypie.* (*Prix* : 4 *fr.*) *Berger-Levrault et Cie, éditeurs. Paris, Nancy*, 1907.

L'ignorance des techniciens, en ce qui concerne l'histoire naturelle du bois, a compromis la cause de cette substance éminemment utile. Le bois, substance organisée, est de structure particulièrement complexe et délicate; comme toute substance ayant eu la vie, elle peut héberger, à son tour, de nombreux organismes qui vivront à ses dépens et, en l'altérant, lui feront perdre ses meilleures propriétés. Dès lors, pourquoi s'étonner qu'il soit nécessaire de lui faire subir un traitement spécial pour en assurer la conservation? On le fait bien déjà pour le fer, qu'il faut protéger par des enduits divers! Des guides manquaient aux praticiens pour leur montrer la voie et leur éviter les tâtonnements du début. En ce qui concerne les altérations des bois et leur traitement, nous trouvons peu de choses dans notre littérature, où ce sont d'ailleurs bien souvent les assertions des premiers auteurs qui sont indéfiniment reproduites sans vérification personnelle. De nombreuses recherches et de beaux travaux d'ensemble ont été, au contraire, publiés en Allemagne et en Autriche notamment. C'est seulement récemment, en France, que l'on commence à se mettre au courant; rappelons, à ce sujet, les publications de M. E. Henry, et, si l'on veut nous le permettre, notre volumineux ouvrage « le Bois », où, dans un chapitre étendu, nous abordons l'examen de l'ensemble de la question. Mais l'étude de ce vaste sujet est loin d'être épuisée et nous espérons lui consacrer bientôt un livre spécial, mettant la question au courant des nombreux travaux récents et la présentant sous ses deux faces également intéressantes : théorique et pratique.

M. E. Henry, dans l'ouvrage qu'il publie aujourd'hui, joint au mérite d'avoir fait un utile travail de vulgarisation celui, plus rare encore, d'avoir produit une œuvre originale, fruit d'expériences poursuivies pendant plusieurs années. Il a eu avant tout pour but de montrer que *les plus humbles* propriétaires peuvent, sans grands frais, sans installation coûteuse, *préserver pendant fort longtemps de la pourriture* tous les bois qu'ils emploient, *fussent-ils placés dans les pires conditions*, et qu'ils *ont un intérêt pécuniaire évident* à user des antiseptiques qu'il préconise à cet effet. Avec beaucoup de netteté et de précision, il s'efforce de convaincre chacun de cette vérité, et particulièrement les architectes, entrepreneurs, propriétaires de maisons, constructeurs de hangars, employeurs d'échalas, pieux, lattes, clôtures, etc., en un mot tous ceux qui emploient le bois. M. E. Henry, professeur à l'Ecole forestière, s'est fait le champion autorisé du bois, quelque peu menacé, dans certains de ses débouchés, par la concurrence du fer, et souvent méconnu aujourd'hui. Pourquoi? A cause des accidents qui se produisent souvent actuellement et qu'il est trop facile d'expliquer. On construit trop vite, on ne laisse pas au bois le temps de sécher, on ne le dépouille pas de la sève, nourriture excellente, bouillon de culture, pourrions-nous dire, de tous les organismes et micro-organismes de l'altération. L'entrepôt prolongé sous hangar, le flottage, sont des précautions que l'on néglige à notre époque de précipitation. Il y a, à cela, je le sais, des raisons économiques; mais bien souvent des procès ruineux, et de déplorables accidents, viennent absorber, et bien au delà, les économies réalisées. Enfin, quand se décidera-t-on à protéger le bois contre les organismes par des antiseptiques, comme on protège le fer contre la rouille par les enduits? Et pour cela il ne faudrait pas croire qu'il soit nécessaire de recourir aux installations coûteuses des grandes usines, des compagnies de chemins de fer et des riches propriétaires, qui emploient, à cet effet, des appareils à injection par le vide et la pression mécanique. Non, et M. Henry indique comment, avec un matériel très simple, le premier ouvrier venu pourra procéder au badigeonnage ou à l'immersion des bois de construction par exemple, sur l'ordre de l'architecte ou de l'entrepreneur. C'est là une habitude à prendre, et M. Henry nous confiait que, grâce à son insistance, elle commençait à s'introduire à Nancy.

M. Henry, dans le présent travail, décrit les principales altérations des bois dues aux insectes et aux champignons; mais il se propose avant tout pour but de rechercher, parmi les produits antiseptiques que le commerce met à notre disposition, quels sont ceux qui permettront de préserver les bois le plus efficacement et le plus facilement.

Ses expériences ont porté sur des bois de sapin, pin, chêne, hêtre, peuplier, débités en cubes ou en rondelles, immergés vingt-quatre heures dans un bain de l'antiseptique essayé et conservés ensuite, pendant plusieurs années, dans des sortes de pourrissoirs, soit à l'air libre, soit à l'abri. Le premier cas répond, par exemple, à des bois enfouis dans le sol, le second à des bois enfermés dans les maisons, où l'on sait qu'ils ont notamment à redouter l'invasion du dangereux *Merulius*. Dans le premier cas, le lysol, l'antinonnine, l'acide fluorhydrique, n'ont eu aucune action préservatrice; des échantillons qui ont été en contact avec les produits mentionnés sont aussi décomposés, sinon plus, que les témoins.

Au contraire, le chêne, le pin d'Alep, le hêtre, le peuplier, traités, soit par le carbolineum Avenarius, soit par le carbolineum marque du Lion, soit par le goudron, soit par le microsol, sont tous aussi intacts qu'ils l'étaient au début de l'expérience.

Dans le second cas, les résultats ont été absolument favorables pour les cinq espèces de bois immergés vingt-quatre heures, soit dans le carbolineum Avenarius, soit dans le carbolineum marque du Lion, soit dans le goudron, soit dans le microsol. Le goudron est le moins sûr de ces produits, car, à la moindre solution de continuité, la place est livrée à l'ennemi. Les effets de l'antinonnine et de l'acide fluorhydrique varient suivant que l'on a affaire à du bois soumis à l'atmosphère humide et chaude des galeries de mines ou librement exposé aux intempéries. Dans ce dernier cas, les effets sont nuls; ils sont, au contraire, favorables lorsque les bois sont à l'abri.

Ce sont incontestablement les carbolineums et le microsol qui sont sortis vainqueurs du concours institué par l'auteur. Sans pouvoir établir de suprématie absolue, il montre que, suivant les cas, l'un peut être préféré à l'autre; c'est ainsi qu'il signale que le microsol semble présenter, pour l'emploi dans l'intérieur des habitations, de sérieux avantages sur les carbolineums, qui doivent être réservés pour les bois en plein air.

10 planches en phototypie reproduisent les bois mis en expérience et permettent de se rendre compte, par soi-même, de la mesure suivant laquelle s'est faite la préservation, contre l'altération, par les divers antiseptiques.

En somme, M. E. Henry a fait une œuvre aussi intéressante au point de vue théorique qu'utile au point de vue pratique, et dont la diffusion rendra un signalé service à toutes les personnes qui utilisent le bois.

J. Beauverie,
Chargé de Cours de Botanique appliquée à l'Université de Lyon.

Cligny (A.). — **Annales de la Station aquicole de Boulogne-sur-Mer (Pêches et Biologie marine)**, *publiées sous les auspices du ministère de l'Agriculture par* A. Cligny, *directeur. Nouvelle série. Volume I. Société typographique, Boulogne-sur-Mer.*

Depuis dix ans ans, ce périodique avait cessé de paraître et on ne pouvait que le regretter. M. Canu avait donné une impulsion considérable aux études concernant la pêche à Boulogne. Les résultats qu'il a obtenus sont tels qu'il a rénové complètement le mode de pêche et d'armement dans ce port. M. Cligny, son successeur, a repris la mise en œuvre scientifique des nombreux matériaux que l'on peut récolter dans notre plus important port de pêche, et l'on ne peut que se réjouir de la réapparition des Annales de Boulogne.

Dans cette nouvelle série, M. Cligny aborde des sujets variés. Tout d'abord, une série d'observations sur des espèces rares de poissons des côtes d'Espagne et du Portugal que les chalutiers à vapeur ramènent à Boulogne.

Puis il y a une étude sur les races de harengs. De mensurations nombreuses et précises, il résulte que les harengs d'automne de la mer du Nord et de la Manche sont de même race, et que les bancs exploités dans ces mers sont identiques et continus. Mais les harengs pêchés à l'ouest de la Manche seraient différents, et se rapprocheraient d'une autre race que M. Cligny appelle *race de l'Océan*.

L'auteur a abordé la question de la migration des maquereaux, apportant un fait intéressant d'une capture exceptionnelle de maquereaux en Manche dans l'hiver 1901 par un chalutier de Boulogne. Depuis, cette pêche se continue. Il semble donc que les maquereaux de la Manche se retirent en hiver dans quelques points de cette mer, et que les grandes migrations de cette espèce ne sont qu'un mythe.

Signalons encore une étude sur la croissance de la plie, et la traduction d'une instruction norvégienne pour le traitement et la transformation des produits de la pêche.

A. Briot,
Chef des Travaux de Zoologie à la Faculté des Sciences d'Aix-Marseille.

4° Sciences médicales

Frenkel (Dr H.-S.), *de Heiden, Lauréat de l'Académie de Médecine.* — **L'Ataxie tabétique, ses origines, son traitement par la rééducation des mouvements.** *Traduit de l'allemand par le* Dr Van Biervliet *(de Bruxelles). Préface de M. le professeur* Raymond. — 1 *vol. grand in-8 de* 328 *pages avec* 132 *figures.* (*Prix* : 8 *fr.*) *Félix Alcan, éditeur. Paris*, 1907.

Ce livre est le résultat d'une longue observation des tabétiques. Il se divise en deux parties. Dans la première partie, générale, sont passés en revue l'historique du traitement par l'exercice, les formes de l'ataxie tabétique, les causes et les éléments de cette ataxie sur laquelle on peut avoir prise grâce à la rééducation des mouvements.

Ainsi que l'a fait remarquer le Professeur Raymond dans la préface du livre, l'ataxie est un syndrome, une résultante de l'action combinée de nombreux facteurs : anesthésie, perte des actions réflexes, diminution du tonus musculaire, désassociation des associations motrices, et aussi inhibition psychique.

Suivant la prédominance d'action des uns et des autres, les caractères de l'ataxie changent sans qu'il soit possible d'établir un parallélisme rigoureux entre l'incoordination et l'intensité des différents facteurs qui contribuent à la produire.

Il importe de bien rechercher les anesthésies et les hypotonies des ataxiques, et, dans chaque cas, de déterminer très exactement leur valeur. M. Frenkel a contribué à établir leur importance; on lira avec intérêt les pages consacrées dans son livre à la recherche et à la constatation de l'hypotonie, à la recherche et à l'évaluation des anesthésies tabétiques.

Le deuxième chapitre est la partie technique du livre; il a surtout pour but de fournir au médecin des données pratiques qu'il puisse utiliser lui-même. On trouve là, exposés avec toute la minutie que le sujet comporte, les détails indispensables pour la connaissance exacte de la méthode de rééducation motrice.

Tous les exercices indistinctement ne doivent pas être conseillés. On ne saurait trop insister sur ce fait que les mouvements rééducateurs doivent être déterminés pour chaque malade d'après les troubles qui lui sont propres et la pathogénie de ces troubles : anesthésies, hypotonie, stasobasophobie. Il importe surtout que ces mouvements ne soient pas antiphysiologiques, inutiles ou paradoxaux. Dans ce choix, le sens clinique — le simple bon sens — indiquera au médecin les exercices utiles à chaque cas particulier.

La méthode de rééducation motrice a surtout pour but de permettre à des infirmes de pouvoir tenir encore leur place dans la société.

Elle ne vise pas seulement à apprendre aux malades la parfaite exécution des mouvements simples, mais elle doit leur permettre de faire la synthèse des actes musculaires complexes de la vie de relation : modifications de l'attitude, marche, etc.

Tout médecin, pourvu qu'il soit observateur et patient, peut mettre en pratique ces notions générales et obtenir des résultats satisfaisants. S'il est vrai que la rééducation motrice ne parvient pas à guérir le tabes, du moins permet-elle à nombre d'ataxiques de reconquérir plus de maîtrise dans leurs actes coutumiers.

Dr Henry Meige.

Caleb (C.-C.), *Professor of Physiology and Botany, Medical College. Lahore.* — **Eyesight in schools** (La Vision dans les Écoles). — 1 *vol. in-12 de* 79 *pages. Rai Sahib M. Gulab Singh and Sons. Lahore*, 1907.

Le directeur de l'Instruction publique du Punjab, frappé par l'augmentation du nombre des myopes et

des degrés de myopie parmi les élèves des écoles publiques, invita l'auteur à adresser aux instituteurs un livre contenant les notions élémentaires de l'hygiène oculaire en tant qu'elles s'appliquent à l'école. De cette invitation prit naissance le petit livre objet de cette analyse. Un examen sommaire de l'anatomie et de la dioptrique oculaires est suivi par l'exposé élémentaire des vices de réfraction. Dans l'exposé de l'influence que la myopie exerce sur le développement physique et mental, l'auteur suit Brudenell Carter et Oliver, guidés eux-mêmes par la maxime : *nihil in intellectu quod non fuit prius in sensu.* Son exposé est clair et simple, et le livre nous semble atteindre entièrement le but que son auteur s'est proposé : permettre aux instituteurs du Punjab de reconnaître les vices de réfraction de leurs élèves et de prendre les mesures nécessaires pour combattre l'envahissement croissant de la myopie qui suivit de près l'introduction dans le Punjab du système scolaire anglais. L'hygiène scolaire générale et la pédagogie sont exposées en quelques phrases excellentes parmi lesquelles nous citons la suivante : « La forme la plus détestable de l'éducation est celle que donnent aux enfants les instituteurs dont la seule préoccupation est la connaissance parfaite des traités classiques adoptés et la facilité de passer les examens ». Cette maxime mérite de dépasser les frontières du Punjab.

Dr Sulzer,
Médecin de la Fondation ophtalmologique Ad. de Rothschild.

Hartmann (Henri), *Professeur agrégé à la Faculté de Médecine, Chirurgien de l'Hôpital Lariboisière.* — **Travaux de Chirurgie anatomo-clinique.** *Troisième série* : **Chirurgie de l'Intestin** (*avec la collaboration de* MM. P. Lecène et J. Okinczyc, *Prosecteurs à la Faculté*). — 1 *vol. in-4 de* 453 *pages, avec* 153 *figures.* (*Prix* : 16 *fr.*) *Georges Steinheil, éditeur. Paris*, 1907.

Cette troisième série de travaux que publie M. H. Hartmann est conçue suivant les idées directrices qui ont présidé aux deux premières séries. M. Hartmann s'est donné pour principe de toujours éclairer la clinique par les données de l'Anatomie pathologique et de l'Anatomie normale, de manière à établir les indications thérapeutiques sur une base rationnelle et solide.

Le livre actuel renferme une bonne étude de M. Hartmann sur les *anastomoses intestinales et gastro-intestinales* et sur *l'exclusion de l'intestin*, un travail de M. Lecène sur *le sarcome de l'intestin grêle* (*jéjuno-iléon*); mais ce qui fait son principal intérêt, c'est l'excellente et très complète étude que font MM. Okinczyc et Hartmann de l'anatomie chirurgicale du côlon et du cancer du côlon. Signalons d'une façon particulière les pages où M. Okinczyc approfondit l'étude clinique des tumeurs du gros intestin et montre tout ce que le diagnostic est en droit d'attendre des procédés nouveaux d'investigation: proctoscopie, sigmoïdoscopie, radiographie.

Dr P. Desfosses.

5° Sciences diverses

Nayrac (Jean-Paul). — **Physiologie et Psychologie de l'Attention.** — 1 *vol. in-8 de* XI-223 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 75.) *Alcan, éditeur, Paris*, 1907.

M. Nayrac a voulu condenser, dans une monographie complète, les nombreux travaux publiés sur l'attention depuis le livre de Ribot. A cet égard, l'ouvrage ne sera pas inutile. Mais on ne peut pas dire qu'il renouvelle le sujet.

La partie la plus intéressante est, semble-t-il, la première, qui traite de la physiologie de l'attention. Notons des expériences précises sur le nombre des globules rouges avant et après une série d'actes attentifs; une assez bonne discussion destinée à prouver l'origine centrale de l'attention; des remarques justes sur les oscillations de l'attention et leur utilité. Mais le problème général que cette première partie veut résoudre n'est pas nettement posé. Il s'agit de donner une explication physiologique de l'attention. M. Nayrac expose la théorie « motrice » de Ribot, la théorie « sensorielle » de Bastian et Marillier, la théorie « de simplification » de James et Richet : et il choisit cette dernière. Elle n'exclut pourtant pas les deux autres, car elle n'est pas destinée à répondre aux mêmes questions. Ribot et Marillier se demandaient quel est l'antécédent régulier du phénomène d'attention; James et Richet, quel est le genre dont il est une espèce. M. Nayrac paraît confondre les deux problèmes; il croit donner une explication physiologique de l'attention quand, renonçant à découvrir ses conditions spécifiques, il l'a assimilée au plus général des phénomènes physiologiques, à l'effort.

Le chapitre consacré à la psychologie de l'attention ne contient pas, comme le précédent, d'expériences personnelles. Il n'est pas complet : l'auteur ne cite que deux ou trois définitions psychologiques de l'attention, et ce ne sont pas les plus intéressantes; il ne paraît pas connaître, par exemple, la curieuse théorie de l'attention (= attente) que Groos a proposée dans son livre sur les *Jeux des animaux*. Enfin, ce chapitre n'est ni très clair ni très cohérent. D'une part, on nous dit (p. 81) que le libre arbitre n'existe que « dans le cerveau de quelques gens épris d'idéalisme transcendental » (quel sens donne-t-on à ce dernier terme?); de l'autre, on déclare que l'attention « n'est pas absolument déterminée », on cherche « une moyenne » entre déterminisme et liberté et l'on place l'attention plus près du second terme que du premier (p. 112). D'une part, on refuse à l'attention — sans preuve expérimentale — le pouvoir d'augmenter l'intensité des sensations, et d'autre part on lui attribue celui de « créer » des associations d'idées, des souvenirs; ainsi elle ne pourrait accroître d'un degré la conscience d'un état donné, mais elle pourrait le tirer du néant! Toute cette psychologie est inconsistante.

L'étude pathologique manque de précision. L'auteur ne décrit pas les troubles particuliers de l'attention, mais, l'attention étant altérée dans toutes les maladies mentales, il les énumère toutes. Il se borne à les classer d'après la gravité des troubles d'attention qu'elles présentent. Il a le tort de dire que cette classification nous fait assister à la « dissolution » de l'attention et qu'on en peut suivre les « étapes » à travers les catégories qu'il distingue. Nulle part, dans son livre, on ne suit un malade depuis le moment où les troubles apparaissent jusqu'à la disparition totale du pouvoir d'attention. L'auteur nous présente des « espèces » distinctes; il n'a pas le droit d'en tirer des conclusions relatives à l' « évolution » et à la « dissolution » de l'attention.

L'ouvrage se termine par un chapitre sur la « rééducation et l'éducation » de l'attention. Ce chapitre n'apprendra rien à quiconque est au courant des méthodes de la psychothérapie contemporaine. En revanche, on pourra regretter que M. Nayrac, avant de prendre à partie la pédagogie moderne, n'ait pas fait plus directement connaissance avec elle : a-t-on le droit, quand on vient d'écrire un chapitre sur les rapports de l'attention sensorielle et de l'attention intellectuelle, de déclarer que « l'enseignement par l'aspect » est nuisible au développement de l'attention? et n'est-ce pas commettre un singulier contre-sens que de voir dans cette méthode une méthode passive?

Paul Lapie,
Professeur à la Faculté des Lettres de Bordeaux.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Septembre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **Jouguet** démontre que, dans une masse d'air indéfinie au sein de laquelle détonent successivement deux cartouches du même explosif de grosseur différente, les points où les pressions sont les mêmes sont à des distances qui sont entre elles dans le rapport des racines cubiques des charges.

2° Sciences physiques. — Mme **S. Curie** a vérifié que la radio-activité induite se comporte comme une substance pesante qui tombe vers le bas dans les vases qui la contiennent. La présence de vapeur d'eau est nécessaire pour la production du phénomène; l'intensité du phénomène semble dépendre de la concentration de l'émanation. — M. **B. Szilard** montre que, contrairement aux résultats annoncés par M. Lancien, le molybdate d'uranyle ne présente rien de particulier au point de vue de la radio-activité; celle-ci est en rapport avec sa teneur en uranium. — MM. **Ed. Sarasin** et **Th. Tommasina** communiquent des courbes qui illustrent le phénomène de dédoublement de la courbe de désactivation produit par l'interposition d'écrans en toile métallique sur le trajet du rayonnement secondaire de radio-activité induite.

3° Sciences naturelles. — M. **Al. de Poehl** montre que la thérapeutique qui combine les effets de la spermine avec ceux de la sérothérapie et des métaux colloïdes, en provoquant le rehaussement de l'alcalescence du sang et relevant la charge électronégative des leucocytes, assure le mieux la désintoxication et l'immunisation. — M. **J. Chatin** a observé des phénomènes de caryolyse dans les glandes nidoriennes de la Genette du Sénégal. — MM. **H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie** ont constaté la présence du *Cyperus tuberosus* sur les rochers des rivières aurifères de Madagascar. Cette plante retiendrait l'or flottant dans le réseau de ses rhizomes et racines et contribuerait aussi indirectement à la formation des conglomérats ferrugineux aurifères. — M. **L.-C. Tassart** a remarqué que tous les gîtes pétrolifères qui se trouvent dans des terrains relativement récents sont situés dans les zones à séisme maximum ou dans leur voisinage immédiat; c'est, au contraire, rarement le cas pour les gisements pétrolifères des terrains anciens.

Séance du 9 Septembre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **Jouguet** démontre qu'aux très grandes vitesses la résistance de l'air est proportionnelle au carré de la vitesse.

2° Sciences physiques. — M. **F. Ducelliez** a étudié les alliages de cobalt et d'étain contenant de 57 à 66 °/₀ d'étain; il en a retiré Co^3Sn^2 par traitement à HCl, et CoSn en faisant agir $HAzO^3$. — M. **L. Henry**, par action de l'acide hypochloreux sur le diméthyl-éthylène symétrique, a obtenu la monochlorhydrine butylénique bisecondaire, $CH^3.CHCl.CHOH.CH^3$, Eb. 138°-139°.

3° Sciences naturelles. — M. **E.-L. Trouessart** annonce que le jeune hippopotame de la ménagerie du Muséum est mort à 21 jours d'une myocardite ulcéreuse avec perforation de la paroi ventriculaire, provenant d'une infection par les blessures que sa mère lui avait faites. — M. **R. Anthony** est parvenu à faire pondre en captivité des Turbots et, après éclosion des œufs, à pousser l'élevage des jeunes larves jusqu'après la période critique. — M. **M. Mirande** a reconnu que les Phanérogames parasites sans chlorophylle, ou à fonction chlorophyllienne à peu près nulle, ne puisent pas de nitrates au sein de leurs plantes hospitalières; chez les hémiparasites verts, l'absorption des nitrates peut s'effectuer ou être nulle. — M. **H. Ricôme** a observé que, chez le *Bupleurum*, l'exposition au soleil favorise la première ramification de l'ombelle et la rend surabondante; elle est à peu près sans action sur la ramification de l'ombellule. — M. **A. Lacroix** a reconnu que le piton du Griounot (Cantal) n'est pas un dôme de consolidation superficielle; le trachyte phonolitique qui le constitue a été mis en place à la façon d'une roche intrusive au milieu de roches plus anciennes, puis il a été décapé par l'érosion. — M. **Couyat** a étudié le gisement de célestite du Mokattam (Le Caire). Il a observé plusieurs formes différentes de ce minéral, qui sont en rapport avec les conditions de gisement. Les cristaux renferment de nombreuses inclusions. — M. **E.-A. Martel** a exploré les eaux souterraines, abîmes et canons du pays basque.

Séance du 16 Septembre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Nodon** déduit de ses observations à l'Observatoire du Pic du Midi que le Soleil induit une charge électrique positive, d'autant plus élevée que les couches de l'atmosphère traversées par les radiations solaires sont plus sèches. La pleine Lune produit une induction électrique positive analogue à celle du Soleil. — MM. **Louis** et **Jacques Bréguet** et **Ch. Richet** décrivent, sous le nom de *gyroplane*, un appareil d'aviation dont les plans sustentateurs, au lieu d'être immobiles, sont animés d'un mouvement de giration, ce qui permet à l'appareil d'avoir à la fois élévation, sustentation, progression et équilibre. Cet appareil, du poids de 540 kilogs, a pu se soulever et se maintenir dans l'air.

2° Sciences physiques. — MM. **P. Breteau** et **H. Leroux** décrivent une méthode pour le dosage rapide du carbone et de l'hydrogène dans les substances organiques, qui combine les avantages des procédés Morse et Taylor, Carrasco et Plancher, et Dennstedt. — M. **C. Gerber** a reconnu qu'il existe dans le suc du mûrier de Chine une substance activante sans laquelle la diastase coagulante de ce suc est incapable de déterminer la prise en masse du lait. Cette substance est notablement affaiblie par chauffage à 100° pendant une demi-heure.

3° Sciences naturelles. — MM. **J. Bergonié**, **André Broca** et **G. Ferrié** déduisent de leurs recherches, effectuées avec un solénoïde réalisant des fréquences de 400.000 à 410.000 par seconde sous une intensité efficace de 15 à 20 ampères, que les courants de haute fréquence n'ont aucune action sur la pression artérielle. M. **A. d'Arsonval** fait observer que cette conclusion est en contradiction avec celles d'autres expérimentateurs. Peut-être les résultats obtenus ici tiennent-ils à la trop grande puissance des appareils employés. — M. **P. Vigier** a étudié la structure des terminaisons photoréceptrices dans les yeux composés des Muscides.

Séance du 23 Septembre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **H. Chrétien** a étudié photographiquement le spectre de la comète 1907 *d*. Le spectre propre de la queue se compose de trois groupes de radiations dont les longueurs d'onde moyennes sont : 401,6; 426,7; 452,2.

2° Sciences physiques. — M. **L. Guillet** déduit de ses études sur les fontes spéciales que les éléments qui entrent en solution dans le fer (Ni, Al, Si) favorisent la

formation du graphite, tandis que les éléments qui forment avec la cémentite un carbure double (Mn, Cr) s'y opposent. — M. L. **Henry** a reconnu que l'isomérisation des éthers haloïdes s'accomplit d'autant plus facilement, quand elle est possible, que l'hydrogène est plus rare au voisinage du chaînon éther haloïde ou dans le chaînon lui-même.

3° Sciences naturelles. — MM. G. **Marinesco** et J. **Minea** ont constaté que la compression modérée des ganglions sensitifs donne lieu à des arborisations périglomérulaires et à des plexus péricellulaires; au contraire, l'écrasement de ces ganglions altère plus ou moins profondément la morphologie de la cellule et paralyse la capacité neuroformative du neurone. — M. Y. **Delage** est parvenu à réaliser la parthénogénèse des œufs d'Oursins et d'Astéries dans des solutions presque complètement privées d'oxygène; la parthénogénèse ne serait donc pas due à une catalyse d'oxygène, comme l'a soutenu Loeb. — M. E. **Bouvier** a observé cet été une extension considérable de la maladie du rouge, qu'il avait signalée l'année dernière sur les sapins du haut Jura. La maladie paraît être due à un champignon radicicole. Si elle s'étend, il faudra substituer progressivement au sapin l'épicéa, qui n'est pas attaqué. — M. L. **Martin** a étudié les troubles de la mémoire du rythme des marées chez les *Convoluta Roscoffensis* placées dans des conditions diverses. — M. J. B. **Martin** a reconnu qu'avant l'arrivée des glaces de l'époque wurmienne l'Ain avait creusé son lit plus bas qu'il ne l'est actuellement. Le lehm ne semble pas être uniquement une formation interglaciaire, même dans la vallée du Rhône, car il se trouve en abondance en relation avec les moraines de l'époque wurmienne.

Séance du 30 Septembre 1907.

1° Sciences physiques. — MM. **Gaiffe** et **Gunther** présentent un transformateur à fuites magnétiques et à résonance secondaire pour la télégraphie sans fil, dans lequel aucune des brusques variations du régime secondaire provoquées par l'éclatement des étincelles ne peut réagir sur le primaire du transformateur. — MM. G. **Dreyer** et O. **Hanssen** ont reconnu que la lumière affaiblit les enzymes, les toxines et les anticorps, cet affaiblissement étant dû avant tout aux rayons ultra-violets retenus par le verre. La cyclamine et la saponine se dédoublent en sucre sous l'action d'un éclairage fort. — M. S. **Dombrowski** a isolé la matière colorante jaune des urines ou *urochrome*; sa composition moyenne est : C 43,09 %; H 5,14; Az 11,15; S 5,09; O 35,53. Elle contient un groupe pyrrolique. La chaleur et HCl la dédoublent avec formation d'un pigment noir. — M. C. **Gerber** et Mlle S. **Ledebt** ont observé que NaCl à faible dose accélère la coagulation du lait par les présures végétales. A forte dose, il retarde la coagulation du lait cru.

2° Sciences naturelles. — MM. A. **Laveran** et A. **Thiroux** estiment que l'emploi préventif de l'acide arsénieux contre les trypanosomiases, recommandé par Loeffler et Rühs, ne doit pas être conseillé, son action étant nulle ou trop faible. — M. A. **Massaglia** a constaté que les trypanosomes recueillis dans la rate se présentent avec les mêmes caractères que ceux qui proviennent d'autres viscères; que la virulence des trypanosomes ne disparaît pas plus vite dans la rate des animaux morts de trypanosomiase que dans le sang de ces animaux; que l'extrait de rate ne détruit pas, *in vitro*, les trypanosomes; que, chez le chien dératé, l'évolution du surra est la même que chez le chien normal. — M. L. **Dufour** a rencontré chez les Chicoracées des cotylédons de deux formes : 1° ovales; 2° très allongés et très étroits. Cette différence est assez importante pour établir une division dans la famille. — M. M. **Mirande** montre que le pistil des Lauracées est formé, non par un unique carpelle clos, mais par plusieurs carpelles ouverts et généralement par trois, un postérieur et deux latéro-antérieurs. Seul, le premier se continue en style et en stigmate; les deux autres avortent.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 1er Octobre 1907.

MM. P. **Coyne** et B. **Auché** ont préparé un sérum antidysentérique polyvalent, obtenu simultanément avec des bacilles du type Shiga et des bacilles du type Flexner. Employé en injection sous-cutanée chez des enfants atteints de dysenterie bacillaire, ce sérum a produit dans tous les cas une guérison rapide; il constitue donc un véritable agent spécifique. — M. **Grimbert** lit un mémoire sur la thérapeutique jugée par les chiffres. — M. **Piot-Bey** donne lecture d'un travail intitulé : Recherches et observations au cours de deux grandes épizooties de peste bovine en Egypte.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 26 Juillet 1907.

MM. **Sauton** et A. **Trillat** mettent en évidence la présence, non encore signalée, d'aldéhydes dans les fromages : ce sont des produits de fermentation du lactose sous l'influence des levures. Les doses d'aldéhydes les plus fortes sont celles des fromages les plus amers; mais la présence d'aldéhyde seule ne confère pas le goût d'amertume. On peut reproduire cette saveur en additionnant les laits normaux d'aldéhyde et d'ammoniaque ou en y provoquant la formation de ces corps par un ensemencement approprié (une levure de lactose et un ferment ammoniacal). La formation d'une résine aldéhydique semble donc être la cause de l'amertume des laits et des fromages. — M. P. **Lebeau** a cherché à séparer les produits gazeux résultant de l'action de HCl sur le siliciure de magnésium. Outre SiH^4, il a isolé un composé gazeux liquéfiable à — 7°, répondant à la formule Si^2H^6, mais différant par ses propriétés physiques du siliciure de même formule décrit par MM. Moissan et Smiles. Ces différences s'expliquent par la présence d'un composé liquide à point d'ébullition beaucoup plus élevé, que l'auteur a isolé aussi (Eb. 60°). Ce composé, qui s'enflamme au contact de l'air en donnant lieu à une forte détonation, paraît communiquer cette propriété au silico-éthane. — M. R. **Locquin** a appliqué aux clichés photographiques la méthode d'élimination de l'hyposulfite indiquée par M. Granger. Ce procédé, qui a l'inconvénient de laisser dans la gélatine un précipité très fin que n'éliminent pas les lavages ultérieurs, ne présente pas d'avantage sensible sur les méthodes antérieurement utilisées. — M. J. **Bougault** a obtenu, par l'action de l'acide hypoiodeux sur la plupart des acides éthyléniques à liaisons $\beta\gamma$ et $\gamma\delta$, des lactones iodées qui peuvent servir à la séparation de ces acides de leurs isomères.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 13 Juin 1907 (fin).

Mlle J. **Sollas** a reconnu que la *détermination des constantes physiques de la chitine* constitue une bonne méthode pour identifier ce corps. La densité de la chitine de diverses sources se rapproche de 1,398, nombre qui représente la densité de la chitine précipitée de sa solution dans un acide fort. L'indice de réfraction varie entre les limites 1,550 et 1,557. Les soies du Lombric, la peau pupale du *Pieris* et d'autres Lépidoptères, la radula des Mollusques et la coque de la *Sepia*, débarrassées de la matière minérale et des substances organiques aisément solubles, ont des densités et des indices de réfraction qui se trouvent entre les mêmes limites que la chitine d'origines diverses. — MM. D. A. **Welsh** et H. G. **Chapman** ont étudié certains phénomènes d'inactivation et d'inhibition présentés par les antisérums de précipitine. L'inactivation

et l'inhibition sont des phénomènes séparables, le premier apparaissant sans le dernier dans l'antisérum d'œuf de poule chauffé à 72° C., ou exposé à une longue dessiccation, le dernier ne devenant appréciable qu'après un chauffage à 75° C. L'inhibition et la solution du précipité par l'antisérum chauffé sont des phénomènes spécifiques inséparables. La capacité spécifique de dissoudre le précipité, acquise par l'antisérum chauffé, est probablement une partie essentielle du mécanisme de l'inhibition spécifique. Certains phénomènes des réactions de précipitine, comprenant la précipitation, l'inactivation, l'inhibition et la solution des précipités, paraissent être incompatibles avec l'hypothèse communément acceptée de la théorie d'Ehrlich sur les substances qui prennent part aux réactions de précipitine. — M. E. W. **Macbride** présente ses recherches sur quelques points du développement de l'*Opiothrix fragilis*.

Séance du 27 Juin 1907 (suite).

M. A. **Mallock** étudie la *nature du mouvement d'un projectile lancé dans l'air* quand la gravité agit sur lui aussi bien que la résistance de l'air. Il arrive à représenter ce mouvement par la formule :

$$R = v't + \frac{u_0}{a}(1 - e^{-at}), \quad \text{où} \quad a = \left[g - \frac{c}{u_0}(v_0 - v)\right]\frac{C^2}{2R}.$$

— M. G. F. C. **Searle** cherche à déterminer la *force nécessaire pour arrêter une sphère électrisée en mouvement*. Il arrive à la conclusion que cette force est donnée par la formule :

$$F = \frac{d}{u}\left(\frac{W'}{u} - P'\right),$$

où u est la vitesse initiale, W' l'énergie et P' le moment de la sphère. Il s'ensuit que la force F_0 requise pour arrêter une sphère de rayon a avec une charge superficielle uniforme Q est égale à :

$$F_0 = \frac{Q^2}{2Ka^2}\left(\frac{v}{u} - \frac{v^2 - u^2}{2u^2}\log\frac{v+u}{v-u}\right),$$

où v est la vitesse de la lumière. — M. C. A. **Parsons** présente ses *recherches sur le carbone aux hautes températures et pressions*. L'auteur a reconnu que les cristaux doux de graphite sont la forme stable du carbone résultant d'un chauffage aux températures très élevées. Aux hautes températures et pressions, le graphite a une tendance à diffuser vers les régions plus froides. Du fer fortement chargé de carbone et chauffé sous une pression de 30 à 50 tonnes a été refroidi à diverses vitesses; l'analyse n'a montré aucun résidu ou tout au plus une faible trace de résidu cristallin. L'auteur conclut que la pression mécanique n'est pas la cause de la formation du diamant dans le fer rapidement refroidi. — MM. E. P. **Cathcart** et J. B. **Leathes** ont étudié la *relation entre l'élimination d'acide urique et la production de chaleur dans le corps*. Ils constatent que l'un des facteurs les plus influents de la production d'acide urique dans le corps et de son apparition dans l'urine est la réaction du corps à la perte de chaleur; une bonne partie de l'acide urique endogène est l'expression chimique de l'intensité de cette réaction. Cette réaction suppose une forme d'activité distincte des mouvements volontaires des muscles du squelette, car ces mouvements volontaires ont, au contraire, l'effet de diminuer l'élimination de l'acide urique. — M. C. E. **Walker** poursuit ses recherches sur *l'évolution des leucocytes*. Il voit l'origine des granules des leucocytes dans la rupture d'un filament qu'il a rencontré dans plusieurs des cellules de la moelle des os. Il a observé, d'autre part, chez l'Axolotl, que les leucocytes envoient des protrusions de leur noyau, qui, après avoir atteint la périphérie du cytoplasme, rejoignent celles de la cellule voisine. Des bandes de chromatine se forment le long de ces protrusions entre les deux noyaux; puis la chromatine d'un des deux noyaux commence à disparaître, tandis que la membrane nucléaire s'affaisse et disparaît. La cellule se résorbe et l'autre reste, pourvue d'une sorte de protubérance en forme de corne.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE BIRMINGHAM

Séance du 14 Mars 1907.

M. H. L. **Heathcote** présente ses recherches sur *la passivation et l'activation du fer*. Il montre qu'il y a une connexion intime entre les phénomènes obtenus quand des liquides sont employés pour passiver ou activer le fer, d'une part, et ceux qu'on observe avec l'emploi des courants, d'autre part; il en résulte que le phénomène de la passivation est toujours électrolytique : lorsqu'on n'emploie pas de courant externe, un courant local est engendré d'une partie à l'autre de la surface. L'auteur explique ensuite comment se produit le phénomène de la passivation.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 31 Mai 1907.

M. G. M. **Berndt** présente une Note relative à l'*influence des champs magnétiques sur la résistance des électrolytes*. Les déterminations antérieures faites par M. Neesen sur des solutions de chlorure de fer, dans des champs magnétiques relativement faibles, ont donné le résultat suivant : le tube étant disposé perpendiculairement aux lignes de force, le champ n'exerce pas d'influence dans le cas où il y a diminution de la résistance, en direction parallèle. Ces expériences, ainsi que celles de M. Bagard, sont cependant loin d'être concluantes, les résistances ayant été déterminées avec du courant continu, sans qu'on ait pris soin de maintenir la température constante, ce qui, comme on le sait, est d'une importance capitale dans le cas des électrolytes. L'auteur place donc le vase à résistance dans un petit tube de Cavendish renfermant de l'éther bouillant, ce qui lui permet de maintenir la température suffisamment constante, pendant des intervalles courts, pour réaliser une précision de 1/250 ou de 1/2500 °/₀ dans l'ajustement du pont de Wheatstone. M. Berndt se sert dans ses mesures de courants alternatifs et d'un téléphone très sensible. Le champ était donné par un électro-aimant en fer à cheval à pièces polaires carrées; le vase renfermant l'électrolyte était placé perpendiculairement au flux de force. L'auteur constate que l'influence du champ magnétique est inférieure à 1/250 °/₀, et dans le cas du bismuth à 1/25 °/₀. Ce résultat négatif s'explique par l'hypothèse que l'influence des champs magnétiques sur la résistance est due aux conversions moléculaires. L'auteur se propose de continuer ses recherches avec des vases à résistance placés axialement. — Le même auteur indique la *construction d'un galvanomètre à fil chauffé très sensible*, se prêtant aux mesures de courants à haute fréquence; cet instrument est évidemment indépendant de la période du courant. Dans un tube de verre à section elliptique, on scelle deux fils de platine d'environ un 1/2 millimètre de diamètre, auxquels le fil à chauffer (de 16 centimètres de longueur) sera soudé. Le poids de charge du fil consiste en deux petits cylindres en cuivre reliés par un fil de cuivre de 1/2 millimètre de diamètre. Le cylindre supérieur, qui est percé, se déplace à faible frottement le long du fil à chauffer; l'inférieur, qui contient une fente, porte un disque d'aluminium ou de cuivre d'à peu près 1/2 millimètre d'épaisseur sur 10 millimètres de côté. Ce disque se projette entre les pôles, distants de 2 millimètres, d'un petit aimant en fer à cheval permanent, attaché à une plaque de laiton. Deux raccords, dont l'un communique avec la machine pneumatique et l'autre avec un tube plus large renfermant l'aimant, sont soudés

perpendiculairement au tube à section elliptique. On observe la déviation du fil chauffé au point d'attache du cylindre supérieur. Cet instrument, dont la construction a été confiée à la maison Siemens et Halske, se prête également à l'indication automatique des vides, en observant les déviations à courant constant. — **M. W. Felgentraeger** a imaginé une *méthode simple pour déterminer les défauts périodiques des vis micrométriques.* Les défauts des vis de micromètre se composent, comme on le sait, de défauts « progressifs » et « périodiques ». Tant qu'on se borne à un nombre réduit de tours, ces derniers seuls importent. Ceci est vrai surtout dans le cas des micromètres entrant dans la construction des oculaires de lunettes et microscopes. Le procédé indiqué par Bessel pour déterminer les défauts périodiques consiste à mesurer à plusieurs reprises un intervalle donné au moyen de la vis micrométrique, en déplaçant cet intervalle, entre chaque deux déterminations, d'une partie aliquote d'un tour de vis. La méthode, plus simple et plus commode, indiquée par l'auteur est basée sur la mesure d'une échelle aux divisions convenables, dont les défauts sont suffisamment connus. L'on pointe sur une vis, mue à travers le repaire, un microscope auxiliaire à micromètre oculaire et l'on détermine au moyen de la vis la distance des différentes divisions de l'échelle oculaire. Cette opération permet de ne point toucher au reste de l'appareil; d'autre part, la rotation de la vis se fait dans un sens toujours le même.

Séance du 28 Juin 1907.

M. F. C. Blake vient d'étudier l'*influence exercée sur la résistance du bismuth et du nickel par la température et une aimantation transversale.* Le Mémoire qu'il présente à la Société se propose essentiellement de déterminer la résistance, comme fonction des deux variables : température et intensité du champ, dans une région aussi étendue que possible (—200° à +200°), pour l'aimantation transversale du bismuth diamagnétique et du nickel ferromagnétique. Ces recherches quantitatives paraissent indispensables pour vérifier et développer les théories électroniques, qui, dans ces derniers temps, se sont attaquées à des problèmes connexes. L'auteur se sert d'un dispositif indiqué par MM. du Bois et Wills, combiné à un grand électro-aimant annulaire; les variations de température, réduites au moyen de disques en corne ou en carton, ont été déterminées à l'aide d'une spirale bifilaire en platine. Les intensités des champs ont été mesurées, suivant une méthode bien connue, avec une petite bobine-étalon et un galvanomètre balistique. Dans le cas du bismuth électrolytique, les isothermes, qui sont du type bien connu, finissent par s'élever à faible courbure avec le champ; au sein de l'air liquide, la résistance s'est trouvée être à peu près le centuple de la valeur correspondant, à température égale, à un champ nul. Les courbes iso-pédiques montrent, en général, l'allure décrite par M. Henderson; la courbe ordinaire des résistances concorde assez bien, en dehors du champ magnétique, avec celles d'autres expérimentateurs. Il semble que, dans les champs de faible intensité, il se produise des maxima, à des températures inférieures à celles de l'air liquide. Les courbes d'aimantation du nickel pur sont d'abord du type bien connu, s'approchant d'une droite passant à travers l'origine des coordonnnées et d'une asymptote parallèle à l'axe des abscisses. L'auteur constate une réduction absolue maxima de la résistance, qui augmente pour des températures croissantes; c'est-à-dire que l'allure du nickel est inverse de celle du bismuth. — **M. R. Pohl** présente une remarque relative à *la formation des bulles gazeuses dans les parois des tubes à décharge chauffés.* Il y a quelque temps, M. Campbell Swinton présentait à la Société Royale de Londres un Mémoire relatif à l'occlusion de résidus gazeux dans les parois des tubes à vide : de vieux tubes à vide qui, après avoir servi en 1898 à différents emplois et après avoir été abandonnés à l'air libre, furent chauffés dans une flamme, montraient sous le microscope d'innombrables bulles gazeuses. M. Swinton en tirait la conclusion que les particules gazeuses auraient été lancées dans le corps du verre jusqu'à la profondeur de $0^{mm},12$. M. Swinton constatait, de plus, que ces bulles renfermaient de l'hydrogène électrolytique, lequel serait toujours présent dans les tubes à vide. Une expérience faite avec de l'hélium lui montrait, enfin, que, dans la formation des bulles et dans l'occlusion du gaz, il ne s'agit point d'influences chimiques, le gaz étant forcé à l'intérieur du verre par une action purement mécanique. Or, l'auteur, en opposition à la manière de voir de M. Swinton, maintient que la formation des bulles gazeuses dans les parois des tubes à décharges chauffés, est liée à la présence d'aluminium pulvérisé par projection. En enlevant les dernières traces du métal au moyen d'une substance caustique, on fait, en effet, disparaître ce phénomène, tandis qu'on le provoque artificiellement en appliquant sur le verre de l'écume d'aluminium. Quant au contenu des bulles, on ne saurait rien affirmer de précis d'après les expériences basées sur l'écrasement du verre rempli de bulles, l'hydrogène étant dégagé par un verre quelconque, alors que la présence de l'hélium ne se constate dans le gaz dégagé que simultanément avec la présence de l'aluminium. — **M. E. Goldstein** présente une note sur les connecteurs de tubes à décharge. L'auteur décrit un dispositif très simple de connecteur automatique, sur lequel est basée la construction de son banc à décharge. — **M. H. Diesselhorst** adresse un Mémoire sur l'*analyse des oscillations électriques au moyen de l'oscillographe à effluves.* L'auteur a été en mesure de décomposer avec une netteté suffisante une oscillation de 44 mètres de longueur, c'est-à-dire de 68.000 périodes par seconde, au moyen d'un miroir concave d'environ 10 centimètres de diamètre et 15 centimètres de foyer, tournant à la vitesse de 114 tours par seconde. Dans le cas d'une oscillation relativement lente, — 11.000 périodes par seconde, — enregistrée avec une vitesse identique du miroir (chaque période correspondant sur la plaque photographique à une longueur de 27 millimètres), l'auteur constate une allure parfaitement régulière et approximativement sinusoïdale de la courbe dans les limites d'une période. Il est intéressant de remarquer la différence entre les décharges de bouteilles directes, graduellement amorties dans un éclateur, et les oscillations que celles-ci induisent dans les circuits accordés, dont l'amplitude, d'accord avec la théorie, s'accroît d'abord lentement, pour ensuite décroître petit à petit. L'influence de l'amortissement s'observe sans peine. Dans le cas d'un accouplement très fort, il se produit, suivant la théorie de M. Bjerknes, deux oscillations pouvant donner lieu à des suspensions; l'énergie oscillant entre les deux circuits produit, en effet, un accroissement et une décroissance périodiques de l'amplitude dans chacun de ces derniers. Les maxima d'amplitude dans le circuit primaire correspondent à un minimum du circuit secondaire, et inversement. Les enregistrements photographiques de ces phénomènes, obtenus par l'auteur, sont assez intenses pour se prêter à la projection devant un auditoire nombreux.

ALFRED GRADENWITZ.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER.

Paris. — L. MARETHEUX, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 20 30 OCTOBRE 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Cadran solaire portatif. — Autrefois, les cadrans solaires étaient fort répandus, ainsi qu'en témoignent les nombreuses traces de gnomons que l'on rencontre encore sur les murs de la plupart des anciens châteaux et des vieilles églises. Aujourd'hui, il ne vient à l'idée de personne de consulter un cadran solaire pour régler sa montre et la mettre à l'heure du chemin de fer, et l'on ne regarde plus ces appareils que comme de simples motifs d'ornementation.

La raison de cette défaveur est que jadis, en effet, l'heure universellement adoptée était l'heure vraie, celle que marquent immédiatement les cadrans solaires, tandis que l'heure moyenne adoptée actuellement diffère de l'heure vraie d'une quantité variable, chaque jour, et que l'on appelle l'*équation du temps*. Cependant, il y avait lieu de se demander si l'on ne pourrait pas recourir encore au Soleil, avec un cadran solaire portatif et universel, car on est obligé, du moins, de reconnaître à cet instrument une précision, et surtout une régularité d'informations, supérieures à celles d'une montre ordinaire : c'est ce qu'a fait le vicomte d'Aurelle-Montmorin[1], qui a su réaliser un appareil simple, élégant et précis.

L'appareil se compose essentiellement d'un cadran équatorial, auquel on donne chaque jour un petit déplacement angulaire destiné à corriger l'heure vraie, marquée naturellement par ce cadran, à la fois de l'équation du temps et de la longitude locale : on exécute ainsi, d'une façon mécanique et sans calcul, la double correction nécessaire pour passer de l'heure vraie à l'heure légale. Nous n'entrerons pas ici dans de plus amples détails de construction; mais cet instrument, simple et facile à transporter partout, fournit une solution pratique du problème, et donne une approximation très satisfaisante.

§ 2. — Météorologie

Projet d'organisation d'un réseau météorologique mondial. — Le Comité météorologique international, dans la réunion qu'il a tenue au milieu de septembre, à Paris, a discuté une proposition de M. L. Teisserenc de Bort, relative à l'organisation d'un réseau météorologique télégraphique, composé d'un petit nombre de stations réparties aussi uniformément que possible dans les diverses régions du globe, de façon à pouvoir suivre quotidiennement les variations des éléments météorologiques et plus particulièrement celles de la chaleur solaire qui arrive au sol.

L'auteur de la proposition, après avoir montré les avantages que l'on pourrait attendre d'une organisation qui mettrait sous nos yeux, chaque jour, les principales données de la Physique du globe observées dans les régions équatoriales, tempérées et voisines des pôles, a indiqué les moyens pratiques qui permettraient d'arriver à ce résultat en limitant les efforts au strict nécessaire. Puisqu'il s'agit seulement de phénomènes tout à fait généraux, il suffit de réunir les observations d'un nombre de stations très limité, pourvu que le choix en soit judicieusement fait. De plus, on pourrait se contenter d'avoir chaque jour les données de l'avant-veille. Cette faculté permet de restreindre beaucoup les dépenses.

Autant que possible, il est nécessaire que les stations soient réparties régulièrement en longitude et en latitude.

Dans la région équatoriale, il serait probablement suffisant d'avoir quatre ou cinq stations, par exemple une à Singapoore ou à Batavia, une au Congo sur la côte, une à Quito et une dans les îles de l'Australie. Les régions voisines des tropiques pourraient être représentées, au Nord, par une station dans l'Inde, une station saharienne, une station au Mexique et une station dans l'océan Pacifique. Dans l'hémisphère Sud, une station en Australie, une au Cap, une dans la République Argentine et, si possible, une dans le Pacifique.

Les régions tempérées seraient représentées, dans notre hémisphère, par une station sibérienne, une ou deux stations européennes à ajouter à celle que nous avons, deux stations américaines, une station dans le Pacifique et une au Japon. Dans l'hémisphère Sud, les points d'observation sont évidemment fort rares; pour le moment, on pourrait se contenter d'une station au cap Horn ou dans la Terre-de-Feu, d'une station au sud

[1] *Bull. de la Société astronomique de France*, 1907, p. 361.

de la Nouvelle-Zélande et d'une station dans l'une des îles, telles que Kerguelen, qui, un jour ou l'autre, seront occupées d'une manière permanente pour la pêche.

Les régions polaires proprement dites seraient représentées par des stations groënlandaises, une station dans l'Amérique du Nord vers le 140e degré de longitude, une station dans la Sibérie du Nord vers le Pôle de froid.

Enfin, il y aurait un intérêt tout particulier à installer une station météorologique au Spitzberg. La présence de nombreuses mines de charbon qui commencent à être régulièrement exploitées rend très facile le chauffage de la station pendant la mauvaise saison. La distance entre le Spitzberg et la côte de la péninsule scandinave permet la communication par télégraphe sans fil.

Dans l'hémisphère Sud, on peut espérer voir établir aussi quelques stations scientifiques, mais les moyens de transmission des observations manquent encore.

Chacune de ces stations enverrait quotidiennement la dépêche météorologique au pays dont elle ressort ou à l'un des centres météorologiques européens. Ce dernier communiquerait par lettres les résultats des observations aux autres Instituts de Météorologie d'Europe. Les frais qu'entraîne le fonctionnement de ce réseau seraient ainsi limités.

Les éléments météorologiques les plus importants à observer et à transmettre paraissent être l'intensité de la radiation solaire observée à diverses hauteurs fixes au-dessus de l'horizon, la pression barométrique et la température, la nébulosité, la direction des courants supérieurs, la direction de l'intensité du vent, la pluie et peut-être les éléments magnétiques, s'il est possible de résumer suffisamment l'état magnétique dans une dépêche.

Il y a sans doute des difficultés matérielles assez importantes pour l'organisation de ce réseau, dont plusieurs stations, d'ailleurs, n'existent pas encore. La proposition a néanmoins reçu un très chaleureux accueil de la part du Comité international. On a fait remarquer, à ce propos, que c'était le premier pas vers l'étude d'ensemble des phénomènes du globe qui s'imposera à nous tôt ou tard.

Le Comité a nommé une Commission spéciale, qui sera présidée par M. Teisserenc de Bort et qui aura pour mission de préparer la réalisation de cette proposition.

§ 3. — Physique

La quatrième Conférence internationale des Poids et Mesures. — La Convention internationale du Mètre, signée à Paris le 20 mai 1875, et qui est la charte de fondation du Bureau international des Poids et Mesures, institue en même temps une Conférence générale, qui est l'émanation directe des Gouvernements signataires de la Convention, pour toutes les questions relatives au Service international des Poids et Mesures. Comme telle, la Conférence, qui se réunit tous les six ans, constitue l'autorité supérieure du Bureau international.

Elle élit en cette qualité le Comité permanent chargé de la surveillance du Bureau international, reçoit son rapport de gestion, définit les droits et devoirs des Etats signataires à l'égard de la Convention, et s'occupe de toutes les questions relatives au perfectionnement du système métrique et à son expansion.

La Conférence s'est réunie jusqu'ici trois fois seulement, en 1889, 1895 et 1901. Elle a tenu cette année sa quatrième session, sous la présidence de M. Henri Becquerel, vice-président de l'Académie des Sciences, remplaçant le président, M. Chauveau. La séance d'ouverture, qui a eu lieu le 15 octobre, a été présidée par M. Pichon, Ministre des Affaires Etrangères. A cette occasion, de remarquables discours ont été prononcés par MM. Pichon, Fœrster, président du Comité, H. Becquerel et Lardy, ministre de Suisse.

Chacune des conférences a marqué une étape dans le progrès du système métrique. Celle de 1889 a sanctionné les nouveaux prototypes métriques et réalisé ainsi l'unification mondiale du système; elle a adopté également l'échelle normale des températures, fournie par la variation de pression de l'hydrogène, et préparé ainsi une importante simplification de toute la thermométrie.

La Conférence de 1895 a sanctionné une deuxième série de prototypes, destinés à des Etats dont les demandes étaient arrivées tardivement; elle a pris connaissance de la détermination du rapport du Yard au Mètre, et de celle des longueurs d'onde fondamentales qui constituent le témoin précis des étalons de longueur.

En 1901, la Conférence eut à s'occuper d'une première vérification des kilogrammes nationaux, de l'étude des subdivisions du Mètre, de la masse du décimètre cube d'eau et de l'unification des pas de vis, du numérotage des filés et de la division décimale du cercle; enfin, elle prit connaissance des premiers travaux du Bureau relatifs à la mesure des bases géodésiques.

La Conférence qui vient de se clore a été exceptionnellement intéressante. Dans l'ordre technique, elle a pris connaissance de l'achèvement des travaux relatifs à la masse du décimètre cube d'eau et à une nouvelle détermination des longueurs d'onde fondamentales; elle a constaté les progrès considérables réalisés dans la mesure des bases géodésiques, à laquelle les travaux du Bureau international ont donné un essor inespéré. Sur ces diverses questions, MM. Benoit et Guillaume ont présenté à la Conférence des Rapports très documentés sur lesquels nous reviendrons. Dans l'ordre administratif, elles s'est occupée de la question de l'accession des Colonies à la Convention du Mètre, rendue très actuelle par l'entrée du Canada, représenté pour la première fois à la Conférence; elle a pris connaissance des lois nouvelles et de la statistique métrique, et discuté l'unification métrique du carat, les cotes des filetages, la mesure des forces, etc. Parmi les lois ou décrets promulgués depuis la dernière Conférence, on peut mentionner en premier lieu celle du Danemark, resté jusqu'ici étranger au système métrique, et qui vient de l'adopter au titre facultatif, en prévoyant, après un laps de temps de trois ans, l'usage obligatoire; les décrets imposant l'emploi du système métrique dans tout le service hospitalier des Etats-Unis et dans tous les services médicaux de l'Armée russe; le décret instituant la vérification des unités métriques dans le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande; la loi de la Nouvelle-Zélande autorisant le Gouverneur à déclarer obligatoire le système métrique; la statistique japonaise montrant que les séries de poids métriques vérifiées par les bureaux sont douze fois plus abondantes que celles de l'ancien système japonais, etc.

Ce programme, joint au nombre considérable de certificats issus du Bureau international de la Conférence, témoigne à la fois du travail intense du Bureau et de la rapide expansion du système métrique, dont il est chargé de conserver les étalons, et qu'il a la mission de perfectionner sans cesse.

§ 4. — Électricité industrielle

Analyse des pertes éprouvées dans la conversion de l'énergie calorique du charbon en électricité. — Le *Technical Year Book* de 1907 reproduit l'intéressant tableau qui suit, dû à l'ingénieur américain Henry G. Stott, d'après le Mémoire présenté à l'*American Institute of Electrical Engineers*. Il est relatif au rendement obtenu dans la transformation de l'énergie calorifique du charbon en électricité par l'intermédiaire de la machine à vapeur.

Nous avons indiqué les pertes en pour cent, les rapportant à la valeur 100 prise pour énergie du charbon.

	ÉNERGIE récupérée %	ÉNERGIE perdue %
1. Energie calorifique d'une livre de charbon	100,0	»
2. Energie calorifique perdue dans les cendres	»	2,4
3. Energie perdue dans la cheminée	»	22,7
4. Energie perdue par rayonnement des chaudières et par les fuites	»	8,0
5. Energie récupérée par le réchauffeur d'eau d'alimentation	3,1	»
6. Energie récupérée par l'économiseur	6,8	»
Energie perdue par rayonnement :		
7. Dans les tuyauteries	»	0,2
8. Dans les pompes de circulation	»	1,6
9. Dans les pompes d'alimentation	»	1,4
10. Dans les fuites et purges	»	1,1
Energie perdue :		
11. Dans les auxiliaires	»	0,4
12. Par réchauffage des machines	»	0,2
13. Par pertes de frottement des machines	»	0,8
14. Par pertes électriques	»	0,3
15. Par perte de rayonnement dans les machines	»	0,2
16. Rejetée au condenseur	»	60,1
17. Dans les auxiliaires étrangers au service même des machines	»	0,2
	109,9	99,6

Energie résultante : 100 + 9,9 — 99,6 = 10,3, soit un peu plus de 10 %.

Telle est l'énergie distribuée sous forme de courant électrique aux barres omnibus d'une installation électrique à vapeur.

Le même principe d'analyse que celui qui vient d'être appliqué à la machine à vapeur peut l'être au moteur à gaz pauvre, avec les résultats suivants :

Energie perdue :	
1. Dans le gazogène et les auxiliaires	20,0 %
2. Dans l'eau de refroidissement	19,0
3. Dans les gaz d'échappement	30,0
4. Par le frottement des machines	6,5
5. Dans les dynamos	0,5
Total des pertes	76,0 %

Energie convertie en énergie électrique : 100 — 76 = 24 %.

§ 5. — Physiologie

La survie des têtes de poissons. — De récentes recherches physiologiques ont fait voir que l'extinction de la vie est un processus non pas instantané, mais graduel, qui affecte les uns après les autres les différents organes du corps et qui peut même être retardé par voie artificielle, en rendant à certains organes une vie temporaire, même dans le cas où, en apparence, la mort est déjà survenue.

Les poissons ayant une vitalité particulièrement tenace, il était intéressant d'étudier ces phénomènes sur cette classe d'animaux. M. A. Kouliabko, professeur à l'Université de Tomsk, en Sibérie, vient de communiquer, au récent Congrès de Physiologie de Heidelberg, les résultats de ses investigations au sujet de la survie des têtes de poissons.

A l'occasion de ses recherches antérieures sur la résurrection du cœur, M. Kouliabko avait examiné les phénomènes présentés par les cœurs de poisson isolés, en particulier par les cœurs de lamproie. En raison, cependant, de la cessation rapide de l'activité des cœurs isolés dans lesquels on ne maintient pas de circulation artificielle (ce qui, dans des organes si exigus, est à peu près impossible), l'auteur a eu l'idée de continuer ses expériences sur la portion antérieure du poisson sans en détacher le cœur.

Une circulation artificielle, suivant la voie anatomique normale du sang, a été établie dans la tête et le thorax du poisson au moyen de la solution nutritive de Ringer-Locke, saturée d'oxygène.

Pour introduire la canule, M. Kouliabko s'est servi des ouvertures des veines cardinales ou hépatiques dans la section transversale du corps; dans certains cas, il a introduit sa pointe immédiatement dans l'auricule du cœur. Ce procédé est d'une simplicité remarquable et bien plus grande que la méthode de circulation artificielle dans le cas des grenouilles.

Dans les têtes de poissons préparées par M. Kouliabko, le cœur, avec tous ses compartiments et vaisseaux, est parfaitement dégagé, de même que le foie et les veines hépatiques conduisant vers le cœur. On peut même ouvrir le crâne de ces têtes, afin de dégager le cerveau et d'irriter ou d'extirper les différentes parties de ce dernier.

Les deux tronçons du poisson exécutent de vifs mouvements convulsifs diminuant, peu à peu, pour cesser tout à fait au bout de deux à trois minutes après la section de l'animal. Sur la portion antérieure, les mouvements respiratoires dyspnéiques de la cage branchiale persistent encore plus longtemps, mais bientôt cessent aussi. Le cœur continue, en général, à battre, quoique faiblement. Les phénomènes décrits ci-après se produisent cependant même dans le cas où l'activité spontanée du cœur aurait cessé tout à fait.

Aussitôt que la circulation artificielle a été établie dans la tête du poisson, tous les organes du tronçon antérieur se remettent à fonctionner d'une façon sensiblement normale, bien que le poisson soit placé non pas dans l'eau, son milieu habituel, mais dans l'air et bien que ses vaisseaux soient parcourus par un sérum artificiel remplaçant le sang.

Cette activité artificielle peut être maintenue pendant des heures et ne cesse que graduellement : l'activité des centres nerveux disparaît la première, tandis que celle du cœur persiste quelquefois pendant des journées.

Des leviers enregistreurs, attachés au ventricule et à l'opercule branchial respectivement, tracent sur du papier enfumé les courbes caractéristiques de la revivification produite par cette méthode. Si, après avoir rétabli, par la circulation artificielle, des mouvements respiratoires parfaitement réguliers, on interrompt l'arrivée des liquides, on voit apparaître de nouveau les mouvements respiratoires dyspnéiques et les convulsions, ainsi que le ralentissement et l'irrégularité des pulsations cardiaques. Ces phénomènes sont représentés d'une façon très frappante par les courbes obtenues par M. Kouliabko. Dans le cas d'une interruption prolongée de la circulation, on obtient quelquefois d'intéressantes courbes respiratoires ressemblant aux courbes cardiaques de Luciani, où chaque groupe de mouvements respiratoires correspond à un bref intervalle de l'activité du cœur. L'acide carbonique produit une vive respiration temporaire, suivie par l'arrêt complet de cette dernière.

La réaction rapide des centres nerveux vis-à-vis de l'arrêt de la circulation, ainsi que le peu de durée de l'intervalle après lequel la restitution peut encore réussir, font voir que, malgré l'organisation relativement primitive des poissons, leur système nerveux central ne saurait se passer d'un apport continuel d'oxygène et de l'élimination des produits du métabolisme. Les différentes parties du cerveau, et d'une façon générale tous les centres nerveux, présentent de grandes inégalités quant à leur vitalité et à la possibilité d'être restaurés par la circulation artificielle; les centres corticaux perdent cette propriété beaucoup plus rapidement que ceux de la moelle. Les représentants des divers ordres de poissons présentent, non seulement une vitalité différente, mais aussi un ordre différent quant au processus de la mort des divers centres lors de l'arrêt de la circulation.

Les symptômes dyspnéiques, assez vifs, font voir que le centre respiratoire des poissons est susceptible d'être excité immédiatement par la composition du milieu ambiant, ce qui contredit l'hypothèse suivant laquelle ce centre aurait une fonction purement réflexe.

De ces expériences, M. Kouliabko tire la conclusion

que les conditions anatomiques des poissons sont particulièrement favorables à l'établissement de la circulation artificielle, laquelle nous permet d'exécuter sur ces animaux, ou sur leurs têtes isolées, de nombreuses expériences physiologiques sans plonger le poisson dans l'eau, son milieu vital naturel.

§ 6. — Géographie et Colonisation

L'expédition du Dr Stein dans l'Asie Centrale. — Le Dr M. A. Stein poursuit avec succès sa mission officielle d'exploration archéologique et géographique dans l'Asie Centrale. De Keriya, où il se trouvait en octobre 1906, il s'avança de 1.290 milles vers l'est et atteignit la région du Lob-Nor, d'où il a écrit des lettres qui donnent d'intéressants détails sur les résultats de ses recherches.

Le Dr Stein fit d'abord des fouilles dans le désert du Nord de Niva, à un endroit où il avait découvert en 1901 les restes d'une colonie abandonnée dans la seconde moitié du IIIe siècle. Il fouilla une trentaine d'habitations et mit ainsi à jour un grand nombre d'outils, d'ustensiles et d'objets de ménage. Les nombreuses reliques de l'art industriel de l'époque et des ouvrages d'architecture en bois attestent clairement combien l'art gréco-bouddhique avait été prédominant dans la région de l'Indus. L'explorateur a trouvé en abondance des documents écrits sur des tablettes de bois, en écriture « kharoshthi », particulière à l'extrême nord-ouest de l'Inde, et dans un dialecte hindou primitif mélangé de sanscrit. Ces documents consistent en lettres officielles et privées, actes, comptes, etc. Des sceaux en argile, dont les figures sont d'un style tout à fait gréco-romain, ont été rencontrés à côté de sceaux chinois, ce qui témoigne de l'échange qui se faisait jadis entre les civilisations de l'Occident et de l'Extrême-Orient.

La traversée du désert entre la rivière Niya et Charchan a permis au Dr Stein de résoudre un problème relatif à l'ancienneté de cette localité. La colonie remonte certainement à la fin du IIIe siècle, comme le démontrent des tablettes de bois écrites en kharoshthi. Un pèlerin bouddhiste chinois avait trouvé l'oasis occupée, en 519, par une centaine de familles seulement. Hsuan-tsang, le grand pèlerin chinois, qui passa par là environ cent vingt-cinq ans plus tard, y vit les murs d'une ancienne ville abandonnée et inhabitée. Puis, après le rétablissement de l'omnipotence chinoise, Charchan fut de nouveau mentionnée comme une localité importante. La description que Marco Polo donne de la province de Charchan, reconnue exacte sur beaucoup d'autres points, fait mention de villes et de villages nombreux. Toutefois, vers la fin du XIIIe siècle, toute culture avait disparu. La ville fut plus tard occupée de nouveau par les Chinois, qui y établirent, il y a environ quatre-vingts ans, une petite station pénitentiaire; depuis ce temps, l'oasis a repris une importance croissante. Cet exemple montre par quelles péripéties ont passé, à des époques diverses, ces colonies isolées, sises le long de la lisière méridionale du désert du Turkestan.

Le Dr Stein partit pour le Lob-Nor, le 6 décembre, avec une forte équipe d'ouvriers et des vivres pour un mois. Il suivit, mais en sens inverse, l'itinéraire parcouru, en 1900, par le Dr Sven Hedin. L'aspect physique de la région traversée s'était sensiblement modifié. Les grandes lagunes que formaient les eaux du Tarim dans la direction du nord s'étaient presque totalement desséchées. L'eau des rares marécages qui s'étaient maintenus dans la dépression était maintenant tellement saturée de sel que, malgré le froid excessif, elle ne s'était pas congelée.

Dans le désert, à des endroits dénudés par le vent, on trouva des silex travaillés et d'autres ustensiles de l'âge de la pierre, ainsi que des fragments de poterie grossière. Ces vestiges de l'ancienne occupation humaine étaient nombreux le long de la route, bien que tout le terrain fût une partie du lit d'un ancien lac. Les premiers vestiges des temps historiques, consistant en monnaies chinoises des premiers siècles de notre ère, furent trouvés à dix milles au sud de ce site.

Le 17 décembre, le Dr Stein établit son camp au pied des ruines d'une stupa. Des fouilles très fructueuses furent pratiquées pendant onze jours dans les divers groupes de ruines. Le vent avait causé de grands ravages parmi les habitations construites en bois et en plâtre, mais beaucoup d'entre elles devaient leur conservation au sable qui les avait recouvertes. Le Dr Stein a trouvé, à une centaine de pieds de profondeur, un nombre assez considérable de documents écrits sur bois et sur papier, la plupart en chinois, mais beaucoup aussi en kharoshthi. Il en résulte que le même idiome hindou primitif était usité dans la région de Niva et dans celle du Lob-Nor, aussi bien dans les affaires administratives que dans les relations privées.

Si l'on considère la grande distance qui sépare le Lob-Nor de Khotan, cette extension uniforme d'un même idiome hindou jusqu'à la partie orientale extrême du bassin du Tarim est importante à noter. Il en est de même de la concordance entre les procédés et les formes de construction, de la ressemblance des ornements architecturaux en bois et des objets d'art industriel dans les deux zones. On peut en déduire avec une évidence suffisante, malgré l'absence de documents chinois datés, que les ruines du Lob-Nor ont été abandonnées vers la même époque, c'est-à-dire environ à la fin du IIIe siècle.

Ayant terminé, le 29 décembre, l'exploration des ruines, le Dr Stein renvoya une partie de son personnel à Abdal avec les pièces archéologiques qu'il avait recueillies et il se mit en route, avec quelques hommes seulement, dans la direction du Sud-Ouest, à travers la partie inexplorée du désert. Il atteignit sain et sauf le Tarim, après sept jours d'une marche que rendait plus difficile qu'à l'aller la hauteur croissante des collines de sable apporté par le vent.

Après avoir levé le plan de quelques régions archéologiques intéressantes le long du Tarim inférieur et de la rivière de Charchan, le Dr Stein reprit ses fouilles à Miran. Il y trouva des restes de sanctuaires bouddhistes qui avaient dû être déjà ruinés quatre ou cinq siècles avant l'occupation tibétaine. Dans l'un d'eux, on découvrit d'énormes reliefs en stuc qui présentaient une analogie frappante avec l'architecture gréco-bouddhique des premiers siècles de notre ère. L'influence de l'art classique se révèle surtout dans de belles fresques qui représentent des scènes de la légende bouddhique. Elles offrent tellement les caractères de l'art occidental que l'on s'attendrait plutôt à les rencontrer sur les murs d'une villa romaine que dans des sanctuaires bouddhistes, aux confins de la Chine. Les inscriptions en kharoshthi peintes sur le côté des fresques, ainsi que des pièces de soie portant des légendes dans la même écriture, indiquent le IIIe siècle comme l'époque approximative à laquelle ces sanctuaires furent abandonnés. Les fouilles et les autres travaux furent faits dans des conditions rendues très pénibles par un froid intense et par la fréquence d'un vent glacial venu des montagnes.

Gustave Regelsperger.

§ 7. — Enseignement

Un Congrès d'Étudiants à Bordeaux. — Un Congrès d'Étudiants vient de se tenir à l'Exposition maritime de Bordeaux. Les Congressistes ont adopté plusieurs vœux, parmi lesquels : la réduction du nombre des Facultés de province, qui devraient être spécialisées; la création d'Agrégations déterminées; la transformation de l'Ecole Normale en Institut pédagogique autonome et obligatoire pour tous les futurs agrégés; la suppression des Rhétoriques supérieures; l'extension des droits attachés au Certificat de Physique expérimentale.

DE LA PRESSE A BRAS A LA LINOTYPE ET A L'ÉLECTROTYPOGRAPHE.

ESQUISSE DE L'HISTOIRE TECHNIQUE ET SOCIALE DE L'IMPRIMERIE.

PREMIÈRE PARTIE : LES PRESSES A IMPRIMER

Il n'est pas un sujet dont la littérature soit fournie, vaste et documentée à l'égal de la typographie. Qu'on envisage cette invention au point de vue historique ou qu'on la considère au point de vue technique, on trouve une énorme quantité d'ouvrages, d'articles, de traités qui en étudient le développement, les transformations, le perfectionnement. Il n'est pas jusqu'au point de vue économique qui, bien qu'ayant tenté plus récemment les auteurs, ne réunisse aujourd'hui même, sur ce sujet, de très importants et très complets travaux.

Le choix d'un tel sujet, si vaste et d'ailleurs par certains côtés si connu, comme objet de cette étude, semblera peut-être, dès l'abord, ou bien audacieux ou quelque peu puéril, étant donné qu'aucune raison ne semble me désigner plus particulièrement pour le traiter.

Et cependant je n'ai pas cru inutile de consacrer quelques pages à l'aperçu général des transformations de cette invention qui séduisit tellement, à son origine, ceux-là mêmes que son développement devait renverser, que le pouvoir royal ne voulut pas considérer l'imprimerie comme un métier quelconque et accorda aux premiers typographes les plus hauts privilèges et les plus grandes marques d'estime. Il n'est pas, en effet, je le crois, parmi toutes les inventions qu'enfanta le génie humain, une seule autre qui soit plus puissante, plus admirable et, en même temps, plus révolutionnaire. A ce titre, j'ai pensé qu'un coup d'œil rapide jeté sur son évolution pouvait présenter assez d'intérêt pour retenir un instant l'attention. En traçant à très grands traits l'esquisse des perfectionnements qui, partant de la simple presse à bras du génial Gutenberg, aboutissent aux déconcertants automates que sont les linotypes, les monotypes, les rototypes et les électrotypographes, je m'arrêterai à considérer l'influence tant économique que sociale de ces incessants progrès.

I. — Historique.

C'est vers 1450 que Hans Gensfleisch, dit Gutenberg [1], imagina à Mayence la typographie, c'est-à-dire l'art de reproduire les écrits, à un grand nombre d'exemplaires, au moyen de caractères mobiles, gravés en relief et assemblés. C'est surtout dans l'emploi du caractère mobile que réside toute l'importance et la fécondité de l'invention de Gutenberg. La presse qu'il utilisa était déjà employée en xylographie, dans cet art de la gravure sur bois, dont l'origine remonte en Europe au IIe siècle, et en Chine au VIe, et dont l'inventeur est resté inconnu. Son nom eût mérité d'être placé à côté de celui de Gutenberg et des deux premiers typographes, Fust et Schœffer, qui, de concert avec Gutenberg, perfectionnèrent son invention.

Il semble qu'il n'y ait, en effet, qu'un pas de la xylographie à la typographie. Des caractères fixes étant sculptés sur une planchette en bois, il suffit évidemment de les découper pour obtenir des caractères mobiles. Et, cependant, ce pas attendit plusieurs siècles. C'est l'éclair de génie, l'histoire, toujours neuve, de l'œuf de Colomb, qui se répète à chaque important progrès de l'esprit humain. Gutenberg songea à cette séparation des types et, par là, transforma l'art xylographique, qui n'était qu'un faible progrès sur le manuscrit, en cette merveilleuse typographie dont Siéyès disait « qu'elle est une faculté nouvelle ajoutée aux plus belles facultés de l'homme. Par elle, la pensée de l'homme de génie se porte à la fois dans tous les lieux; elle frappe, pour ainsi dire, l'oreille de l'espèce humaine tout entière [1] ». Aussi Luther, considérant l'époque où cette invention apparut, l'appelle-t-il « la seconde délivrance de l'homme », et Chénier put-il écrire que « par elle l'esprit humain rompit les fers qui l'avaient enlacé jusqu'alors et, s'élançant dans la carrière, sema sa route de prodiges ».

Et, en effet, malgré ses persécuteurs, — et bien que, demeurée libre à peine un siècle et demi, elle subît sous l'Ancien Régime l'étiolante influence de la corporation et, par là, l'étroite réglementation royale, qui brisa pour un temps son magnifique essor, — l'imprimerie, par la proclamation de la liberté, présenta dès 1789 un prodigieux développement.

Bien plus, on peut dire que ce puissant levier de

[1] Gutenberg, inventeur de l'imprimerie, né et mort à Mayence (1397-1468).

[1] Siéyès : Rapport à l'Assemblée nationale.

l'intelligence humaine, — sans contredit la première des inventions modernes, — fut l'artisan même de la liberté et que, par lui, la civilisation se trouve pour toujours à l'abri des entreprises de l'obscurantisme.

Dans son immortel chapitre de *Notre-Dame de Paris* : « Ceci tuera cela », Hugo considère l'invention de l'imprimerie comme le plus grand événement de l'histoire. « C'est la révolution-mère », écrit-il, dans son style métaphorique. « Devant la presse lumineuse de Gutenberg, c'est la chaire et le manuscrit, la parole parlée et la parole écrite, s'alarmant de la parole imprimée; quelque chose de pareil à la stupeur d'un passereau qui verrait l'ange Légion ouvrir ses six millions d'ailes. » « Sous la forme imprimerie, la pensée est plus impérissable que jamais; elle est volatile, insaisissable, indestructible. Elle se mêle à l'air. »

II. — Le travail typographique.

Le travail du typographe comprend trois fonctions : 1° la *composition*, qui consiste à juxtaposer des caractères formant le texte à imprimer; 2° la *justification*, ou répartition d'espaces convenablement choisis entre les mots pour obtenir des lignes de longueurs égales; 3° enfin la *distribution*, qui consiste à replacer les caractères qui ont servi dans les compartiments de la casse.

Le compositeur, debout aujourd'hui, assis du temps de Gutenberg, devant sa casse, assemble, en les saisissant par la tête, par l'*œil*, les lettres dans le composteur. Il les dispose de manière à ce que le corps de la lettre présente toujours du même côté les entailles ou *crans* dont chaque corps est marqué. Quand la ligne est à peu près remplie, ce qu'indique la dimension donnée à la partie du composteur qui reçoit les types (ou *justification*), on répartit, au moyen d'espaces ou *cadrats* en nombre convenable, les blancs qui se trouvent entre chaque mot, de manière à ce que les lettres, pressées les unes sur les autres, se maintiennent dans le composteur sans ballottement. Quand le composteur est rempli d'un certain nombre de lignes, on en déverse avec soin le contenu sur la *galée*, planche à rebords, placée obliquement sur la partie droite du haut de casse. Lorsqu'un certain nombre de lignes ou *paquet* est composé, on le lie au moyen d'une ficelle, puis on recommence un deuxième paquet.

Un spécialiste, dit *metteur en pages*, assemble les paquets que composent un certain nombre de paquetiers; il y dispose les titres, met les folios, leur donne une longueur convenable correspondant à une page d'impression. La *mise en pages* de la feuille étant terminée, les pages sont placées sur un marbre, dans un ordre tel que la feuille de papier, pliée après impression, reproduise les pages dans leur ordre numérique. Les garnitures ou blancs sont ménagés en tête et sur les côtés de ces pages, puis deux cadres en fer, dits *châssis*, circonscrivent chacun la moitié de la feuille qu'on appelle *forme*. Des biseaux de bois, fixés entre les pages et les châssis au moyen de coins, assujettissent le tout et permettent d'enlever les châssis avec les pages et de les porter à la presse.

Au début de l'imprimerie, on ne connaissait pas l'interligne, la composition était compacte, presque sans alinéas, le titre courant contigu à la page. Il n'y avait pas, d'ailleurs, de metteur en pages; d'une façon générale, la lumière faisait défaut.

La presse de Gutenberg, assez semblable à un pressoir, se composait de deux montants en bois parallèles, reliés entre eux par deux sommiers et flanquant une table en bois. Une vis, également en bois, manœuvrée au moyen d'un long manche en bois, faisait descendre en tournant un plateau qui venait faire pression contre la table immobile où l'on avait disposé la forme.

Malgré son incommodité évidente, la difficulté de placer la forme convenablement, de disposer le velin bien à sa place, d'assurer la mise en marche, c'est cet appareil qui servit aux impressions jusqu'en 1789, ne subissant à peine, durant tout l'Ancien Régime, que quelques légères transformations de détails. Ce sont ces presses imparfaites qui produisirent de véritables chefs-d'œuvre : les Bibles à quarante-deux lignes et à trente-six lignes de Gutenberg, les ouvrages imprimés par les Aldes [1], les Froben [2] (éditeur d'Érasme), les Josse Bade [3], les Estienne [4], les Marnef [5], les Dolet [6], les Plantin [7],

[1] Aldes, famille d'imprimeurs italiens, établis à Venise, comprend 4 imprimeurs depuis Théobalde Manuce, dit l'Ancien (1449-1515), qui fit graver le premier les caractères dits *italiques*, jusqu'à Alde Manuce, dit le Jeune (1547-1597).

[2] Froben (Jean), célèbre imprimeur, né à Hermelbourg en 1460, mort à Bâle en 1527. Trois de ses descendants ou alliés furent également imprimeurs jusqu'en 1645.

[3] Bade, famille d'imprimeurs dont le chef, Jodocus Badius (1462-1537), s'établit à Lyon, puis à Paris. Il eut pour gendre Robert Estienne. Son fils Conrad (1510-1568) lui succéda et accrut encore la renommée de ses impressions.

[4] Estienne, célèbre famille d'imprimeurs parisiens d'origine noble. Compte plus de 10 imprimeurs célèbres, depuis Henri Estienne (1470-1521) jusqu'à Antoine Estienne (1594-1674).

[5] Enguilbert de Marnef, libraire parisien, fit imprimer des livres par les imprimeurs Bouyer et Bouchet, établis à Poitiers, et qui y imprimèrent de 1491 à 1500 dans l'atelier de Saint-Hilaire, abbaye royale où fut établie la première presse poitevine, vraisemblablement dans la demeure de Bertrand de Brossa, chanoine de Saint-Hilaire.

[6] Dolet (Etienne), savant et imprimeur français établi à Lyon; né à Orléans en 1509, brûlé vif à Paris en 1546.

[7] Plantin (Christophe), imprimeur français établi à Anvers, né à Montlouis près de Tours en 1514, mort à Anvers en 1589.

les Elzévir[1], les Barbou[2], les Cramoisy[3], les Vitré[4], et enfin le premier des Didot[5].

En examinant de près la marque de Judocus Badius (fig. 1), appelé communément Josse Bade, laquelle représente une presse, on peut se convaincre qu'à cette époque, entre 1495 et 1537, une sensible amélioration est apportée à la presse de Gutenberg. La table sur laquelle repose la forme est mobile. A l'aide d'une corde, d'une roue et d'une manivelle, on la fait glisser horizontalement en avant. La disposition du vélin sur la forme est rendue plus aisée. Un peu plus tard, en 1550, Danner, imprimeur à Nuremberg, remplace la vis en bois par une vis de cuivre. La table mobile, dénommée *marbre*, se trouve munie de deux accessoires fort utiles, le tympan et la frisquette (fig. 3). Le tympan cadre de mêmes dimensions que le marbre, sert à recevoir la feuille de velin; il se replie sur la forme, facilitant ainsi considérablement la tenue de la marge.

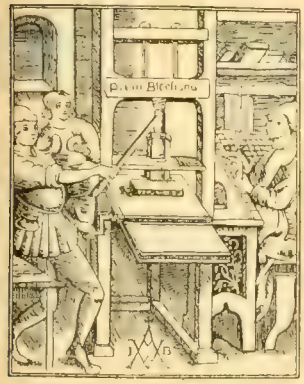


Fig. 1. — *Marque de Judocus Badius* (Josse Bade), *montrant l'état de la presse à imprimer entre 1495 et 1537.*

La frisquette maintient le vélin sur le tympan. Des fenêtres convenablement découpées n'y laissent ouvert que ce qui doit figurer sur la feuille. De cette façon, le papier n'est mis en contact avec la forme qu'aux seuls endroits où se trouvent les caractères. La feuille n'est plus noircie et tachée par tout ce que les balles, aujourd'hui le rouleau, atteignent. En même temps, la presse se trouve agrandie. Le marbre peut tirer d'un seul coup de presse les grands in-folio.

Fig. 3. — *Perfectionnement de la table mobile ou marbre. Adjonction du tympan et de la frisquette.* D'après un dessin de J. Ammon (1564).

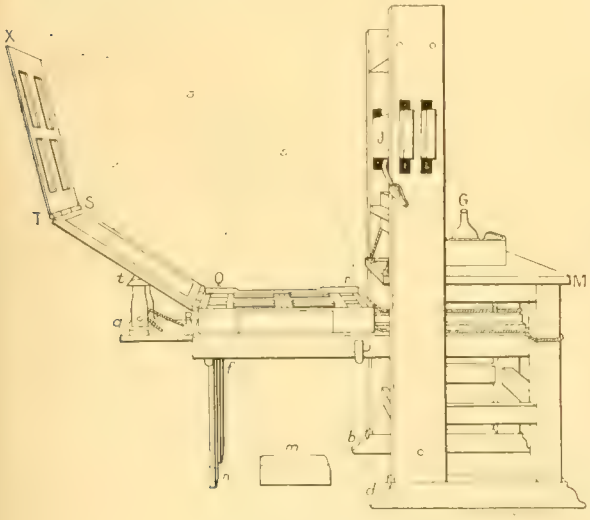


Fig. 2. — *La presse en 1789* (d'après une figure de l'Encyclopédie).

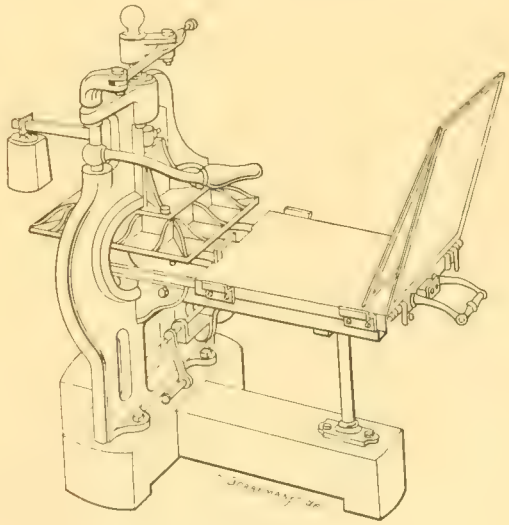


Fig. 4. — *Presse de Stanhope* (1807).

A l'époque de Gutenberg et des premiers imprimeurs, une presse produisait 300 feuilles par jour au maximum, par un travail très pénible, parfois dangereux pour les pressiers, d'environ quatorze heures par jour. Soit 20 feuilles à l'heure.

En 1572, l'invention de la glissière, l'usage du tympan et de la frisquette, portent le rendement de la presse à 3.500 feuilles par jour. Les compagnons fournissent alors quinze à seize heures de travail par jour.

[1] Elzévir ou Elzévier, célèbre famille d'imprimeurs établis à Leyde. Le premier, Louis (1540-1617), eut cinq fils qui furent également imprimeurs. Cette famille ne compte pas moins de 15 éditeurs célèbres. Une branche de la famille s'établit à Amsterdam (1654), d'autres à La Haye et à Utrecht. Le dernier Elzévir fut Daniel (1626-1680).

[2] Barbou, imprimeurs français établis à Lyon (Jean Barbou, 1539), puis à Limoges et ensuite à Paris (Joseph Barbou, 1704; Gérard Barbou, 1754-1789).

[3] Cramoisy (Sébastien), premier directeur de l'Imprimerie royale établie au Louvre par Louis XIII en 1640; né à Paris en 1585, mort en 1669.

[4] Vitré ou Vitray (Antoine), directeur de l'Imprimerie royale, né vers 1600, mort en 1674.

[5] Didot (François), né et mort à Paris (1679-1759).

Le rendement avait donc décuplé; il était de 200 feuilles à l'heure.

En 1789, la production courante était encore de 250 feuilles à l'heure. Aucun progrès sensible n'avait été fait durant deux siècles (fig. 2).

Le physicien Nicholson[1] eut, le premier, l'idée, en 1790, d'encrer les caractères au moyen d'un rouleau. Il se servit également d'un cylindre pour imprimer la forme et même pour la recevoir, si bien qu'il avait entrevu les principes qui devaient être mis en pratique dans les plus perfectionnées de nos presses actuelles. Les idées et les plans de Nicholson furent réalisés avec succès par Kœnig[2] et par son élève Bauer en 1814. La première de leurs machines fut fabriquée à Londres, aux frais de Bensley et de Taylor, le premier, imprimeur, le second, éditeur du *Times*. Elle fournissait 1.200 feuilles à l'heure.

Le chimiste Gannal[3], celui-là même qui imagina le premier système d'embaumement par injection ainsi que les cheminées à courant d'air, substitua en 1817, au cuir garnissant les rouleaux en creux, une matière élastique constituée de colle à la gélatine et de mélasse, ce qui permettait un encrage plus régulier et mieux assuré.

En même temps que le rouleau remplace les balles, la presse, dont toutes les parties étaient en bois comme dans le modèle de Brichet, dit presse hollandaise de 1800, se transforme. Dans la presse à un coup, inventée par François Ambroise Didot[1], le marbre et la platine sont en fonte; c'est elle qui servit à Pierre Didot[2] pour ses magnifiques éditions du Louvre. La presse de Stanhope[3] (fig. 4), qui apparaît en France en 1818, mais dont l'emploi en Angleterre remonte à 1807, est toute en fer. La presse de Clymer, dite encore américaine ou colombienne, également toute en métal, présente sur celle de Stanhope l'avantage de permettre le tirage de plus grands formats.

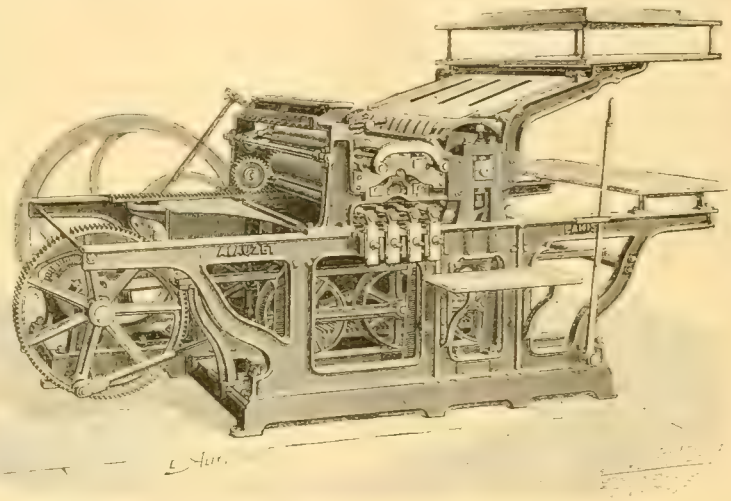


Fig. 5. — *Presse en blanc perfectionnée d'Alauzet, munie d'un abat-feuille.* — Cette machine, dans laquelle la touche est assurée par 4 gros rouleaux encreurs, permet le tirage des chromotypographies.

Ces premières machines, dans certaines desquelles la vis de Gutenberg a même disparu, impriment les feuilles uniquement d'un côté; ce sont les machines dites *en blanc* (fig. 5, 6 et 7). A côté d'elles vient se placer la machine du minerviste (fig. 8 et 9), la presse à pédale, appelée encore *manuelle*, qui permet à un seul ouvrier de composer, puis d'imprimer les petits ouvrages de ville dits bilboquets (cartes de visite, adresses, faire-parts, petites affiches, etc.) La manœuvre d'une simple pédale produit l'encrage de la forme, puis l'impression du papier, et le ramène sous les doigts de l'ouvrier qui remplace la feuille imprimée par une feuille blanche.

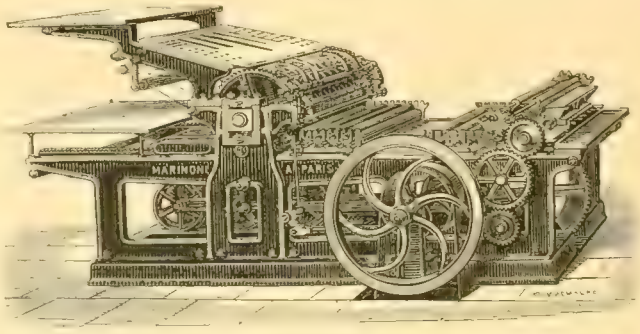


Fig. 6. — *Presse en blanc Marinoni, avec encrage plat, permettant les impressions de grand luxe et les tirages en chromotypographie.*

On imagina bientôt d'associer deux semblables machines en blanc en une seule, de manière à produire l'impression de la feuille au recto, puis au verso, sans qu'elle quitte la machine; ce

[1] Nicholson (Williams), physicien et chimiste anglais, né et mort à Londres (1753-1815).

[2] Kœnig (Frédéric), mécanicien allemand, né à Eisleben Saxe) en 1775, mort à Oberzill (Bavière) en 1883.

[3] Gannal (Jean-Nicolas), chimiste français, né à Sarrelouis en 1791, mort à Paris en 1852.

[1] François Ambroise Didot, célèbre imprimeur et libraire parisien, appelé quelquefois le réformateur de la typographie, né et mort à Paris (1720-1804).

[2] Pierre Didot, imprimeur et libraire parisien, fils aîné du précédent, né et mort à Paris (1761-1853).

[3] Charles Stanhope, homme d'État et savant anglais, né et mort à Londres (1753-1816).

sont les machines *à retiration* ou *à labeurs*. Inventées par Rousselet, elles furent perfectionnées par Normand. Nelson eut l'idée, pour empêcher le maculage, de disposer une feuille blanche, dite feuille de décharge, sur le recto pendant l'impression du verso. La presse à retiration a été perfectionnée récemment encore par M. Alauzet et par Marinoni, qui lui ont adjoint un receveur mécanique constitué de lames de bois formant raquette, qui abat la feuille sur la table à recevoir.

Fig. 7. — *Presse en blanc The Miehle à double révolution et à quatre rouleaux.* — Double réception et margeurs automatiques. Son prix atteint 80.000 francs.

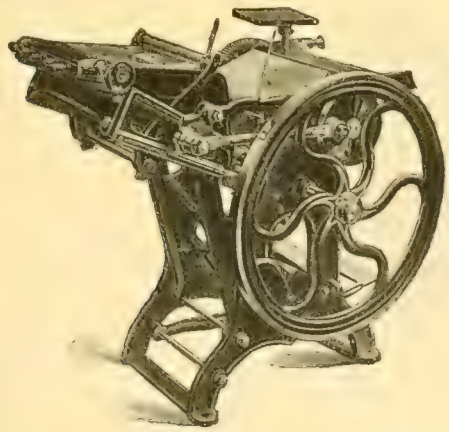


Fig. 8. — *Presse à pédale "La Minerve" ou machine du Minerviste.* — Elle fournit 1.400 exemplaires de 23 × 33 cm. à l'heure. Poids : 500 kgs. Encombrement : 1,40 × 1 m. Coût : 1.000 francs.

Puis vinrent les presses *à réaction* (fig. 10). Imaginées tout d'abord par Philippe Taylor, en 1822, ainsi que par Joly, simple conducteur de machines qui breveta en France le mouvement de réaction en 1834, ces presses furent mises au point en 1848 par Marinoni et par Gaveau. Elles impriment la feuille simultanément des deux côtés. On les construit à 2, 3 ou 4 cylindres.

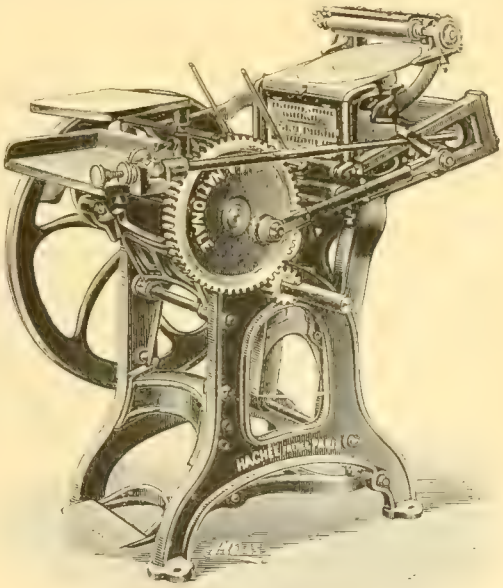


Fig. 9. — *Presse à pédale "La Nationale" à 4 rouleaux encreurs.* — Elle imprime de 25 × 33 cm. à 28 × 37 cm.

La presse à retiration donne de 800 à 1.000 exemplaires à l'heure.

Les presses à réaction à deux cylindres impriment de 3.000 à 3.500 exemplaires à l'heure; celles à trois cylindres, de 4.000 à 4.500, et celles à quatre, de 4.000 à 7.000.

Ce dernier modèle nécessite : 1 conducteur, 4 margeurs, 4 receveurs, 1 enleveur et 1 compteur, en tout, 11 ouvriers. Les modèles courants ne mesurent pas moins de 5m,50 de longueur, 2m,20 de largeur et pèsent 5.000 kilogs.

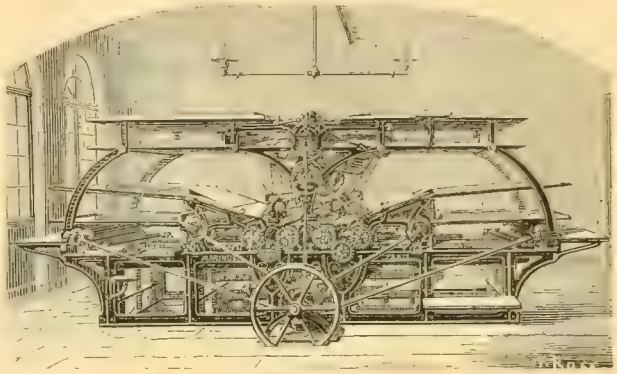


Fig. 10. — *Presse à réaction à 4 cylindres et 2 encriers.* — Le marbre porte le recto et le verso de la feuille et passe en totalité en pression sous chacun des 4 cylindres. La feuille se retourne sur un cylindre en bois, dit registre, et repasse sous les mêmes cylindres tournant en sens inverse. Les feuilles blanches sont disposées sur 4 tables de marge qui nécessitent 4 margeurs.

Ces perfectionnements successifs des machines à imprimer furent provoqués par l'insuffisante rapidité du tirage et stimulés encore par les exigences croissantes du journal. Ils ne parvinrent cependant pas à suffire aux besoins des journaux à grand tirage. C'est pour accroître à nouveau la vitesse de l'impression que Marinoni[1] imagina en 1866 la presse *rotative*, dans laquelle la forme cesse d'être plane et devient cylindrique. Le rendement de ces mécanismes fut tel que les hommes ne pouvaient suffire à fournir le papier à la machine d'une façon continue; on y remédia par la création de la presse *rotative à papier continu*.

Le premier type de presse rotative Marinoni, celui dit *à margeurs*, construit avec six cylindres, permet d'imprimer 36.000 petits journaux à l'heure, mais nécessite 6 margeurs.

Le second type de rotative, celui *à papier continu* (fig. 11 et 12), dispense de margeurs, de receveurs. Il n'est même plus utile d'opérer le trempage du papier.

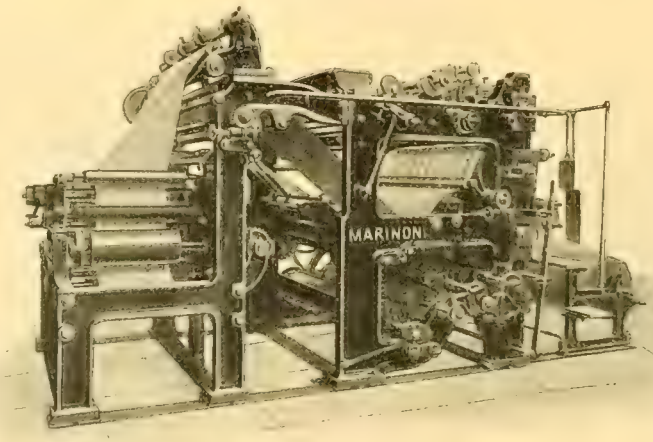


Fig. 11. — *Presse rotative Marinoni à papier continu.*

Un rouleau de papier continu (dont l'invention, due à Robert[1], remonte à 1798 et fut réalisée par Didot de Saint-Léger[2]), qui actuellement ne mesure pas moins de 4.300 mètres, permet le tirage sans arrêt de 40.000 journaux de grand format.

Le compte des feuilles, qui s'accumulent par cinq, se fait grâce à ce que, lorsque vingt paquets de cinq feuilles se sont accumulés, un petit recul de la tablette de réception sépare le cent formé du cent suivant. Le distributeur peut donc directement fournir les journaux tout comptés aux vendeurs.

En une heure, 20.000 journaux grand format ou 40.000 journaux petit format sont ainsi tirés, coupés et comptés automatiquement.

III. — La stéréotypie.

Malgré la rapidité de l'impression que réalisent ces machines, elles seraient encore impuissantes à desservir un journal à grand tirage. Pour satisfaire à l'impression et à l'envoi du nombre colossal d'exemplaires que produisent certains journaux, il est indispensable de mettre en œuvre plusieurs de ces machines simultanément.

On se trouverait alors obligé de faire composer les formes en plusieurs exemplaires si l'on ne s'était préoccupé depuis déjà longtemps, dès le XVIIIe siècle, de reproduire la composition en caractères mobiles à plusieurs exemplaires.

[1] Marinoni (Hippolyte), constructeur mécanicien français, né à Paris en 1823, mort en 1903.

[1] Robert (Nicolas-Louis), inventeur, né à Paris en 1761, mort à Dreux en 1828.

[2] Didot de Saint-Léger (1767-1829) fit construire la première machine pour la fabrication du papier sans fin.

La *stéréotypie* résoud ce problème, poursuivi autrefois dans le but de conserver la composition d'œuvres importantes en vue de réimpressions futures. On avait, en effet, préconisé, dès 1714, la soudure à la base de l'ensemble des caractères réunis en forme, ce qui obviait au dérangement des types, mais les immobilisait. Ce fut toutefois le procédé employé par Didot en 1795 pour conserver la composition des tables de logarithmes publiées alors. Cependant, ce procédé immobilisait un coûteux matériel et ne pouvait, par suite, pas être généralisé.

Pour stéréotyper une forme, on constitue un moule de plâtre, d'argile ou de terre grasse mêlée au plâtre, portant l'empreinte de la composition à conserver ou à répéter. On coule ensuite un alliage de plomb, d'antimoine et de régule[1] dans le moule ainsi obtenu. C'est ainsi que Ged en 1730, Valleyre en 1735, Michel Funckter d'Erfurt en 1740, Hoffmann en 1783, essayèrent d'obtenir des planches solides.

Carey, imprimeur à Toul, remplaça en 1787 le plâtre employé jusqu'alors pour faire les moules par du plomb, sur lequel, au moment même où, par refroidissement, il passe de l'état liquide à l'état solide, on imprime en creux les pages composées en caractères mobiles. C'est le procédé qui fut appliqué de 1790 à 1796 par Gengembre, Salkmann, Heron, Gatteaux et Didot au clichage des assignats, pour l'impression desquels Grassal construisit une machine spéciale et eut l'idée de réunir en une seule matrice les diverses parties de la planche.

Gatteaux, en 1797, et plus tard Didot et Stanhope perfectionnèrent la stéréotypie, mais le procédé le plus ingénieux, aujourd'hui complètement généralisé, est celui employé en 1840 par Lottin, de Laval[2], pour dessiner et stéréotyper des relations de voyages dans les pays méditerranéens. Ce procédé, désigné par son inventeur sous le nom de *lottinoplastique*, constitue ce qu'on nomme communément aujourd'hui *moulage à la brosse et au flan*.

[1] Alliage d'antimoine et d'étain.

[2] Lottin de Laval (Victor), littérateur et voyageur français, né à Orbec (Calvados) en 1810.

Le flan est constitué par une série de feuilles de papier pelure entre lesquelles est étendue une mince couche d'une bouillie épaisse faite de blanc d'Espagne, d'alun, de colle de pâte additionnée de colle forte. Cette pâte doit être préparée vingt-quatre heures à l'avance et ne peut se conserver plus de trois jours. Le mouleur dispose le flan sur la composition, sur la forme préalablement nettoyée. Au moyen d'une brosse spéciale aux poils durs et serrés, il fait pénétrer le flan dans l'œil des caractères de la forme ; il renforce en dernier lieu le flan en le recouvrant d'une dernière couche de pâte et d'une feuille de papier fort. De cette façon, le flan atteint une épaisseur qui permet de le manier sans risque de déformation lorsqu'il sera sec. La forme, recouverte du flan, est mise sous le plateau d'une presse et chauffée le temps nécessaire au séchage de l'empreinte. Au sortir de la presse, on sépare le flan, qui, devenu *empreinte*, se détache de la forme ; il ne reste plus qu'à couler sur l'empreinte, disposée dans un moule, le mélange convenable de plomb, antimoine et régule. On obtient ainsi autant de clichés qu'il est nécessaire. Ces clichés ont une forme plane ou cylindrique suivant le genre de presses auxquelles ils sont ensuite destinés.

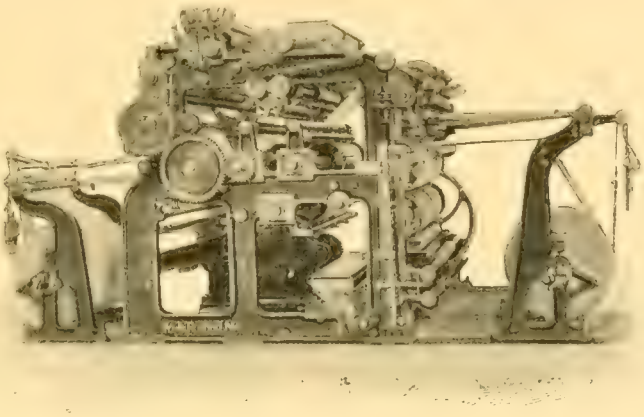


Fig. 12. — *Presse rotative Marinoni à papier continu et à 2 bobines, pour journaux de 4, 6 et 8 pages, imprimant sur un seul cylindre de clichés pour chacune des bobines.* — Une disposition spéciale permet d'imprimer un journal à 4 pages avec 2 clichés de chaque page à la vitesse de 24.000 à l'heure.

Ce procédé de clichage présente l'avantage de ne pas user les caractères, en même temps qu'il réalise sur le procédé au plâtre une économie de 25 °/. Toutefois, le procédé au plâtre, beaucoup plus fin, est encore utilisé parfois pour les très petits caractères ou encore pour la venue des ornements et figures.

En Angleterre, on emploie pour le clichage au flan une pâte faite de gomme et autres substances gélatineuses, qui présente sur la pâte française l'avantage de pouvoir être préparée à l'avance, car elle peut se conserver fort longtemps.

Enfin, depuis quelques années, un procédé de clichage galvanique tend à se généraliser. Il consiste à appliquer, à l'obtention d'un cliché en cuivre d'une forme, le procédé électrotypique qui a permis de vulgariser si complètement l'image et qui, en répandant le livre à figures dans le texte, a puissamment aidé à la diffusion de l'instruction. Nous

nous contenterons de rappeler ici que ce procédé consiste à placer comme électrode négative, dans une cuve à sulfate de cuivre traversée par un courant, le moule de la forme à reproduire, dont la surface a été rendue conductrice par un léger enduit de plombagine. Les clichés inutilisables ou usagés peuvent servir d'électrode positive soluble, ce qui permet d'en récupérer la matière. Ce procédé a presque complètement remplacé le procédé au plâtre et, quoique d'un prix plus élevé, il remplace avantageusement le clichage au plomb, qui ne permet pas, par suite de l'écrasement du métal, de faire de nombreux tirages sans remplacer les clichés. C'est ce procédé qui est dénommé *électrotypie* et dont le cliché est appelé généralement un *galvano*.

IV. — La vie économique et sociale de l'atelier typographique avant la Révolution.

Tous ces perfectionnements successifs, substitution des machines aux presses à bras, réalisation de machines à grand rendement, accroissement énorme du rendement par la stéréotypie, n'allèrent pas sans troubler quelque peu la vie économique et sociale de l'atelier typographique. Deux grandes catégories d'ouvriers se partagent la confection du livre ou du journal, les typographes et les imprimeurs, « les singes et les ours », suivant l'argot du métier. Ce sont surtout les imprimeurs, les pressiers de l'ancien régime, que la machine a tout d'abord peu à peu chassés de l'atelier. Ici encore la science a délivré le malheureux « écureuil »[1] de son dur, pénible et parfois dangereux labeur; mais, comme toujours, la machine, en enlevant brutalement son gagne-pain à l'ouvrier, lui a fait payer en misère momentanée la facilité dans le travail qu'elle réservait à ses successeurs.

Envisageons rapidement les transformations économiques, les bouleversements de l'atelier que le mécanisme détermina en typographie.

Un fait général, trop peu souvent signalé, domine l'histoire des transformations de toute industrie. C'est toujours le savant qui, en apprenant à l'ingénieur quelle nouvelle énergie naturelle vient d'être découverte, étudiée et captée, transforme l'usine et l'atelier. C'est au laboratoire que l'homme pratique puise l'idée féconde qui lui permet ses ingénieux perfectionnements. C'est le paisible chercheur, souvent timide et modeste, qui, de sa retraite, inspire et guide les transformations économiques les plus complètes et résout les plus difficiles problèmes sociaux. Plus on pénètre l'histoire des diverses industries, la genèse des inventions successives, plus le savant apparaît comme le plus puissant et le plus redoutable des révolutionnaires. Bien plus que l'orateur le plus fougueux et que le politique le plus profond, il dirige la lutte économique. Il met en concurrence les intérêts du travail et ceux du capital, affamant souvent ce dernier par les constantes transformations d'outillage que ses découvertes provoquent alors qu'il simplifie le travail. Celui-ci, sans aucun des soucis d'amortissement qui croissent avec le progrès pour son rival, lutte dès lors à armes plus égales avec le capital qui, jusqu'alors, l'asservissait. Telle découverte faite aujourd'hui au laboratoire révolutionnera l'industrie de demain. C'est, parmi mille exemples, celui de Faraday, qui, en découvrant l'induction, permet l'invention de la dynamo. Non seulement le prodigieux essor industriel développé par la machine à vapeur se trouve plus que décuplé, mais l'énergie des chutes d'eau captées est canalisée ; les industries se multiplient et se déplacent : les tramways et les métropolitains naissent, l'aluminium prend place en face du fer sur le marché métallurgique ; l'acétylène devient un mode économique et commode d'éclairage : l'usine à gaz est rendue transportable ; les torrents tumultueux des Alpes animent pendant le jour toutes les industries des vallées et, le soir venu, éclairent à profusion les cités.

Les premiers imprimeurs et leurs aides effectuaient successivement les opérations diverses de l'imprimerie. Ils fondaient leurs caractères, composaient et corrigeaient les formes, imprimaient enfin. L'imprimerie était alors un art véritable plus qu'une industrie. Les premiers imprimeurs furent de grands érudits, savants dans plusieurs langues, qui, grâce à leur érudition, firent connaître et publièrent une foule de chefs-d'œuvre.

Dès qu'elle prit du développement, l'imprimerie s'industrialisa. L'atelier typographique se distingue nettement dès le XVIe siècle des autres ateliers d'artisans de l'ancien régime; la division du travail y apparaît, et, bien qu'en germe seulement, les principes de nos usines actuelles s'y reconnaissent : utilisation des machines, groupement d'un nombreux personnel, spécialisation de l'ouvrier (fondeur de caractères; compositeurs divisés eux-mêmes en tableautiers et dominotiers, ouvriers en conscience pour les ouvrages difficiles et compliqués, ouvriers à la tâche pour le travail courant; correcteurs, pressiers).

Les premiers imprimeurs conçurent l'immense tâche qui leur incombait en véritables apôtres. Ils doivent être considérés comme des bienfaiteurs de l'humanité pour avoir réalisé pleinement, quelques années à peine après son invention, l'idée géniale de Gutenberg. Les institutions qui bientôt après

[1] Nom donné autrefois au pressier en argot typographique.

régissent l'imprimerie, la réglementation du pouvoir royal comme la réglementation corporative, entravèrent ses progrès.

Comprenant que l'éclat des lettres était lié à l'essor de l'imprimerie, les rois protégèrent parfois son développement. Toutefois, le régime préventif dont la royauté conserva toujours le maintien à l'égard de l'imprimerie, la sévérité extrême des peines prononcées, restreignirent ses progrès.

Les vexations et les injustices de la censure royale, qui plaça sur le bûcher le libraire Moreau, brûlé à Troyes en 1546, l'imprimeur Dolet, brûlé à Paris en 1566, et tant d'autres; à qui échappa par la fuite Robert Estienne lui-même, qui eut sans cela subi le sort de Dolet après la mort de François Ier, son protecteur, pour la publication d'une Bible latine d'après la version de saint Gérôme avec les variantes d'après les textes hébreux, travail colossal qui lui avait coûté dix ans d'études; toute cette insécurité ruina l'esprit d'indépendance et d'initiative, si indispensable à l'industrie que nous étudions.

L'action de la forme corporative fut, sous l'ancien régime, tout aussi nuisible au développement de l'imprimerie. Lorsque l'imprimerie apparaît en 1500, elle n'est tout d'abord pas regardée comme un « *métier méchanique* »; mais quand, en 1618, les imprimeurs se forment en communauté, la période tutélaire et protectrice des corporations a déjà disparu. La communauté des imprimeurs de Paris de 1618 n'eut pour but, sinon avéré, du moins réel, que de restreindre la concurrence et d'assurer à ses membres un monopole.

Pour combattre la hausse des salaires, pendant deux siècles les maîtres poussent à la formation de nombreux apprentis, lesquels se trouvent, par suite, sans protection, abandonnés aux vexations des compagnons. Plus tard, en 1723, la Chambre syndicale prend parti pour la limitation du nombre des apprentis; c'est qu'ayant alors obtenu la limitation de ses propres membres par les règlements de 1686 et de 1723, elle veut faire le vide autour du métier pour en mieux tirer bénéfice.

Les compagnons, toujours dominés par la communauté des maîtres imprimeurs, poursuivis d'ailleurs par le pouvoir royal, ne formèrent jamais sous l'ancien régime une corporation influente. Il est vrai de dire que la communauté des maîtres n'abusa pas outre mesure de son pouvoir. Elle en usa toutefois largement. Si le typographe reçoit, avant la Révolution, un salaire qui est environ le double de celui des ouvriers des autres métiers, — ce que légitimait d'ailleurs, alors, son instruction et sa situation d'ouvrier d'art; — par contre, il ne travaille pas moins de 13 à 16 heures par jour et se plaint des chômages que l'Eglise, la morte-saison, la concurrence des ouvriers étrangers rendent excessifs.

D'ailleurs, les nombreuses grèves et coalitions qui éclatèrent entre 1539 et 1572, ainsi qu'en 1653, montrent que, sous l'ancien régime, l'ouvrier typographe était loin d'être content de son sort. Si quelques rares fois le roi donne raison sur quelque point aux compagnons, la plupart du temps il apaise les conflits en mettant au service des maîtres le poids écrasant de son autorité.

Ce furent évidemment les maîtres qui, sous l'ancien régime, retirèrent le plus de profits de l'organisation corporative, et par la limitation de la concurrence et par le monopole qu'ils obtinrent. Et cependant, le métier lui-même se ressent des institutions étiolantes d'alors, et les doléances qu'on trouve dans un Mémoire adressé au roi à la fin du XVIIe siècle montrent que les maîtres-imprimeurs eux-mêmes considèrent « *l'imprimerie comme la plus pauvre des professions qu'il y ait au monde* » et prétendent « *qu'elle est réduite à une très laborieuse misère* » et qu' « *il n'y a pas à Paris deux imprimeurs qui aient 10.000 livres de biens* ».

V. — L'IMPRIMERIE AU XIXe SIÈCLE.

Avec la Révolution, le journal, prohibé durant trois siècles, prend possession de l'imprimerie et, pendant quelques années, l'accapare entièrement. Contrairement à ce qu'ont avancé quelques auteurs, bien que de regrettables excès aient été commis alors par la voie de la presse, la liberté qu'acquit l'imprimerie ne produisit pas la ruine de la profession. Bien au contraire, jamais le travail n'avait été plus abondant ni plus lucratif. Sans doute, des impressions laides et grossières, exécutées avec un matériel de rebut, furent en grand nombre, pendant la Révolution. Cela est dû au développement considérable que prit tout d'un coup l'imprimerie. La fonte des caractères ne put suivre, tout d'abord, cet essor prodigieux; mais quelques années suffirent à parfaire le matériel. Quoi qu'on ait dit, cet essor ne fit perdre aux ouvriers et aux maîtres ni le goût, ni la science de l'art typographique. N'est-ce pas de 1797 à 1800 que Firmin-Didot grava ses caractères célèbres, et que son frère Pierre publia ses éditions in-folio de Virgile, d'Horace et de Racine, regardées, à juste titre, comme des chefs-d'œuvre de la typographie?

De 1789 à 1791, les ouvriers, profitant de la forme d'association alors tolérée, le Club, continuèrent et cherchèrent à développer publiquement l'œuvre de solidarité entreprise secrètement depuis trois siècles. Ainsi, pendant trois siècles, l'ancien régime avait cherché à isoler l'ouvrier en face du maître, et à peine la liberté lui est-elle concédée qu'il s'empresse

de se grouper au grand jour. En 1791, la loi Chapelier vint encore prescrire aux gens de métier de discuter leurs intérêts professionnels individuellement avec leur maître, ne tolérant de ce chef aucune entente entre eux. Cette loi fut l'objet de nombreuses réclamations de la part des ouvriers typographes, réclamations qui se brisèrent contre les tendances individualistes des représentants des assemblées.

Durant tout le XIXe siècle, les ouvriers lutteront pour conquérir les droits que leur concéda d'une manière éphémère la Révolution de 1789. Société de secours mutuels, Société de résistance et Fédération de toutes les associations d'ouvriers des imprimeries de France, tel est le programme qu'au cours de ce siècle les ouvriers chercheront à réaliser à la faveur de quelques libertés conquises.

Ce qui caractérise l'ouvrier typographe, en effet, c'est son amour du progrès et des idées nouvelles. Plus instruit en général que les autres ouvriers, il acquiert, par la pratique même de son art, des connaissances nouvelles et s'instruit par son travail même. Cependant, le niveau intellectuel des ouvriers typographes a montré une tendance à s'abaisser depuis une trentaine d'années. La spécialisation un peu trop outrée de certaines besognes typographiques, l'esprit de lucre de certains industriels, formant des apprentis recrutés au hasard, sachant juste bourrer des lignes hâtivement, sont sans doute la cause de cette légère dénivellation que les récents progrès de la typographie vont, d'ailleurs, se charger d'enrayer.

Sous l'Ancien Régime, ce sont les ouvriers typographes qui, les premiers, formulent nettement, au cours de grèves célèbres, leurs justes revendications. La Révolution ouvre à peine l'ère de liberté que, les premiers, ils essaient l'œuvre syndicale, œuvre éphémère tout d'abord, parce que en avance sur les idées d'alors et qu'ils mettront près d'un siècle à faire aboutir. Les premiers journaux traitant exclusivement de questions ouvrières : la *Ruche populaire*, l'*Atelier*, ont pour rédacteurs et promoteurs des ouvriers compositeurs. Ce furent encore les typographes qui, les premiers en France, conçurent le projet des commissions mixtes de patrons et d'ouvriers et le mirent en pratique pour juger les différends entre le Capital et le Travail.

Sur les 18.000 compositeurs environ employés en France en 1902, on trouve 11.000 syndiqués, dont 10.429 sont affiliés à la Fédération française des travailleurs du livre.

De leur côté, les maîtres imprimeurs, auxquels le marasme de l'imprimerie donna, durant les premières années du XIXe siècle, de nombreux sujets de plaintes, songèrent à s'associer pour mieux défendre leurs intérêts.

L'insécurité, l'état de guerre qui signalent les premières années du XIXe siècle ne furent guère propices aux productions intellectuelles. Avec la Restauration, l'industrie du livre se relève quelque peu ; mais, de 1830 à 1848, elle décline de nouveau, malgré l'introduction des machines à imprimer. Libraire et éditeur, ces grands clients de l'imprimeur, ont alors leurs magasins pleins de livres par suite de la surproduction qui coïncide avec la Restauration. De plus, ils exigent, en se basant sur les perfectionnements mécaniques apportés à la presse, des réductions sur les travaux d'imprimerie. Ces réductions des *étoffes* (c'est ainsi qu'on nomme les majorations faites par l'imprimeur au total de ses achats de papier et de ses prix de main-d'œuvre), exigées par l'éditeur qui stimulait la concurrence en mettant en sous-enchère les travaux très peu nombreux qu'il avait, ne contribuèrent pas peu à la gêne des imprimeurs.

Beaucoup de maîtres-imprimeurs fractionnèrent leurs brevets en permettant à des succursalistes, dont ils signaient d'ailleurs les impressions, de se servir de leur matériel.

Les maîtres-imprimeurs cherchaient en vain à attirer l'attention des Pouvoirs sur les abus des succursales. Ils fondèrent même à Paris, en 1839, une Association qui, en mai 1890, prit le nom de Chambre syndicale. Au congrès de Lyon, en 1894, un projet d'Union des imprimeurs de France fut élaboré. Cette union, destinée, lors de sa fondation, à grouper les différents syndicats d'imprimeurs, s'est modifiée pour devenir un simple syndicat national. Cela permet à cette association de jouir de la personnalité accordée aux syndicats par la loi de 1884.

Ces diverses formes de groupements des maîtres-imprimeurs ne réussirent pas à réunir un grand nombre d'adhérents. De 1839 à 1872, le nombre des adhérents à l'Association oscille de 45 à 55 sur le millier d'imprimeurs brevetés existant tant en 1840 qu'en 1870, époque où la liberté de l'imprimerie est établie. Il est vrai de faire remarquer que l'Association ne comprenait, sous le régime du brevet, que les imprimeurs de Paris.

L'Union syndicale des maîtres-imprimeurs comptait :

En 1887	430	adhérents.
1898	605	—
1900	652	—
1901	642	—

En 1903, à peine 700 sur 4.000 imprimeurs-typographes. Ainsi donc c'est à peine si 17 °/₀ des maîtres intéressés ont adhéré à l'Union. Par ailleurs, on ne compte, en France, qu'une vingtaine de syndicats locaux.

A quoi tient ce peu d'empressement à se syndiquer

parmi les maîtres ? A la concurrence évidemment, à la défiance mutuelle de patrons qui, pour pouvoir plus aisément obtenir des travaux à faire, préfèrent rester libres et prêtent la main à l'avilissement des prix, souvent au détriment de leurs propres intérêts.

Placés entre les ouvriers, qui cherchent à défendre de légitimes salaires, et les éditeurs, qui leur font diminuer de plus en plus le montant des étoffes, les maîtres-imprimeurs se trouvent souvent dans une situation très difficile. Aiguillonnés par la concurrence, par le désir du gain, par l'obligation de ne pas laisser de coûteuses machines inactives, les imprimeurs acceptent des travaux ou souscrivent des adjudications à des prix par trop peu rémunérateurs. Ils cherchent ensuite à éviter la perte en réduisant les salaires de leurs ouvriers, en introduisant la femme à l'atelier, ou encore en confiant à l'apprenti le travail de l'ouvrier : toutes mesures qui avilissent les salaires. Le système des adjudications fait ainsi deux victimes : le maître consciencieux et l'ouvrier qu'il force à chômer. En 1896, à Grenoble, une solution fut donnée à ce problème. Le Syndicat patronal accepta l'adjudication avec un rabais de 21 % et répartit lui-même le travail entre ses membres. Un tarif établi entre maîtres et ouvriers garantissait le salaire. Un semblable accord sauvegarde les intérêts des contribuables, des industriels et des salariés ; il demande, pour être généralisé, l'étroite entente des maîtres et des ouvriers. C'est l'application d'une mesure depuis longtemps déjà réclamée par les syndicats d'ouvriers typographes, mais toujours repoussée par l'autorité comme portant atteinte à la liberté du travail, savoir : que le cahier des charges oblige l'adjudicataire à observer les conditions normales du travail dans la région comme salaire et comme temps.

Nous venons de voir la presse mécanique chasser brusquement l'imprimeur de l'atelier. On pouvait penser que là se limiterait l'action du mécanisme dans l'industrie typographique. S'il est, en effet, une suite d'actes manuels qui, tant par la diversité de leur succession que par la constante intelligence qu'ils réclament, devaient être à l'abri de la concurrence mécanique, il semble que ce soient ceux qu'accomplit le typographe composant la ligne, la justifiant ensuite, puis enfin en distribuant plus tard les caractères dans chacune des nombreuses casses d'où il les a précédemment extraits.

Et cependant ici encore la machine est venue concurrencer l'homme, et aujourd'hui elle le dépasse, provoquant une nouvelle amélioration des conditions du travail, mais en même temps une crise nouvelle, par suite du grand nombre de bras qu'elle menace de rendre brusquement inactifs.

Nous exposerons, dans un second article, à la suite de quels perfectionnements successifs la machine à composer a été amenée au degré de perfectionnement qu'elle présente actuellement. Nous indiquerons ensuite quelles conséquences d'ordre économique entraîne son introduction de plus en plus générale dans l'atelier.

A. Turpain,
Professeur de Physique à l'Université de Poitiers.

LES LEVURES SÉLECTIONNÉES

La transformation du sucre en alcool et en acide carbonique constitue, dans ses parties essentielles, le phénomène de la fermentation alcoolique; elle est l'œuvre de l'action vitale des ferments alcooliques proprement dits, c'est-à-dire des levures. Ce sont les recherches de Cagniard-Latour, Schwann et Kützing qui nous ont appris l'intervention d'un être vivant, auquel ils ont donné le nom de *Saccharomyces vini*, *Saccharomyces cerevisiae*.

Pasteur nous a montré la relation intime qui existe entre la vie de la levure et la production d'alcool. Hansen, par ses méthodes précises et élégantes, a pu différencier et purifier d'une façon sûre les ferments alcooliques ; enfin, Buchner a découvert la cause véritable de la transformation du sucre en alcool, la zymase alcoolique. Quelle que soit la manière d'interpréter ce phénomène, il est bien établi que le ferment alcoolique joue un rôle aussi important que la sécrétion diastasique.

Depuis longtemps, on a cherché à tirer profit, dans la pratique, des propriétés remarquables de ces micro-organismes.

Pasteur, ensemençant une levure de vin dans un moût d'orge, avait obtenu une boisson d'un caractère vineux spécial. Et il ajoutait : « C'est une preuve que le vin ordinaire, son goût, ses qualités, dépendent certainement, pour une grande part, de la nature spécifique des levures, qui se développent pendant la fermentation de la vendange. On doit penser que, si l'on soumettait un même moût de raisin à l'action de levures distinctes, on en retirerait des vins de diverses natures. » Cette constatation importante de Pasteur nécessitait de nouvelles recherches pratiques.

Hansen, s'occupant plus spécialement des levures de brasserie, nous fit voir que toutes les levures employées dans cette industrie ne se comportent pas de la même façon, qu'il y en a qui donnent des bières de bonne qualité et de bonne conservation, que d'autres peuvent donner des bières malades.

Nous savons aujourd'hui qu'il en est de même des levures de vin et que, dans une même lie de vin, il peut y avoir des levures sauvages, des levures distinguées, des levures de maladie.

Le problème de l'emploi des levures sélectionnées en vinification est beaucoup plus délicat qu'en brasserie ou en distillerie; le moût de raisin n'est, en général, pas stérilisé, et l'on sait que la fermentation vineuse se fait dans les conditions les plus variables d'une année à l'autre, d'un vignoble à l'autre, d'une région à l'autre. On conçoit ainsi facilement qu'on peut en obtenir tantôt des résultats nettement positifs, tantôt des résultats tout à fait négatifs; c'est ce que la grande pratique a maintes fois démontré.

Pour avoir le plus de chances possible, il importe donc, avant tout, d'employer ces levures sélectionnées judicieusement, de connaître, par des expériences préliminaires de laboratoire, leurs caractères et leurs propriétés : c'est ce que nous nous proposons de rappeler à grands traits.

I

Lorsqu'on examine au microscope, avec un grossissement de 500, une partie de moût en fermentation, on voit de petits corps plus ou moins ronds ou elliptiques; ce sont des globules de levures, constitués par un protoplasma, un noyau et entourés d'une membrane.

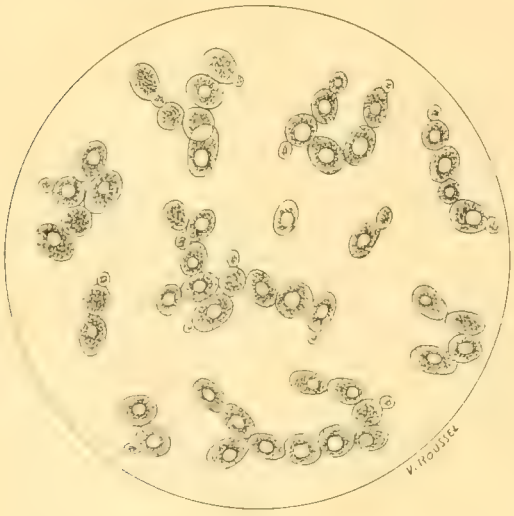


Fig. 1. — *Levure haute de fermentation* (Gr. 500).

Ce protoplasma, de composition complexe, est plus ou moins mou, plus ou moins dur selon l'âge du globule; les dimensions de ces globules varient entre 1 à 10 millièmes de millimètre de longueur sur 1/2 à 3 ou 4 millièmes de largeur. Ils se reproduisent par bourgeonnement ou par spores, et, selon que les globules-filles restent plus ou moins attachés au globule-mère, on a la levure haute ou la levure basse (fig. 1 et 2).

Fig. 2. — *Levure basse de fermentation* (Gr. 500).

La reproduction se fait quelquefois très rapidement; ainsi Pasteur a vu doubler un globule de levure en deux heures, dans des conditions favorables d'alimentation; cette multiplication se ralentit lorsque l'alcool s'accumule. Une très faible quantité de levure peut donc servir à mettre en fermentation une très grande quantité de moût sucré.

L'observation a montré, en outre, qu'il existe diverses races de levures : ce sont celles qui ont été utilisées depuis longtemps par l'homme, qui sont devenues levures de culture, par opposition aux levures sauvages.

Ces levures se différencient non seulement morphologiquement (forme, dimensions), mais encore physiologiquement; c'est-à-dire qu'elles se distinguent par la quantité et la qualité des produits, la rapidité de la fermentation, les sucres attaqués, le dépôt formé, etc.

Les caractères morphologiques seuls ne peuvent pas servir à caractériser les levures, car on remarque souvent des changements de formes considérables entre les divers globules de la même origine, de la même race, comme c'est le cas pour les *S. pastorianus* et *apiculatus* (fig. 3 et 4).

Toutefois, le savant se servant souvent d'une même levure arrive à la reconnaître, par simple

examen de divers champs microscopiques, à un certain ensemble de caractères difficiles à préciser autrement.

Les levures de vin sont, en général, elliptiques, d'autres fois rondes, plus ou moins allongées; parmi celles qui affectent une même forme, il y en a de plus ou moins actives, résistant à des températures plus ou moins élevées, à des acidités fortes, à des doses d'alcool variées.

Ces levures se trouvent à la surface de tous les fruits, surtout aux endroits altérés par les insectes, les guêpes, et l'on peut dire que, dans les années à guêpes, leur nombre est beaucoup plus élevé, parce que leur multiplication a été favorisée par la sortie du jus sucré sous la piqûre de l'insecte; c'est pour cette raison que la fermentation, si la température est favorable, se fait, dans ces années, très rapidement.

Ces ferments paraissent surtout au moment de la maturité, et il ne suffit pas, comme Hansen l'a montré, que de la levure soit apportée par accident sur des fruits encore verts pour qu'elle se développe; souvent elle périt par simple effet solaire.

Il ne suffit pas non plus qu'une levure d'une bonne variété de raisin soit ensemencée sur un raisin de médiocre qualité pour faire acquérir au vin les qualités du bon raisin; les propriétés inhérentes au ferment et la composition du moût sucré sont autant de facteurs qui ont leur importance.

Ainsi on ne peut pas parler de levures de Pinot; mais on peut dire qu'il existe des levures de Bourgogne, du Bordelais, du Rhin, de Champagne, et la

Fig. 3. — *Saccharomyces Pastorianus* (Gr. 500).

région d'origine semble avoir une influence bien plus grande que le cépage lui-même.

On sait aussi que ces levures, végétaux indépendants, vivent dans le sol aux dépens des matières hydrocarbonées, glycogène accumulé; elles l'usent avec parcimonie pendant les moments de disette; mais, à l'approche de l'été, lorsque les conditions d'existence sont plus favorables, elles deviennent

Fig. 4. — A. *Saccharomyces apiculatus* (Gr. 500). — B. *Germination du même* (Gr. 750).

plus vigoureuses et sont alors transportées par les insectes et par le vent sur les divers fruits. Ce sont évidemment les sols de vignobles qui en sont le plus pourvus; dans cet ordre d'idées, Muller-Thurgau a constaté que les terrains laissés en friche en deviennent de plus en plus pauvres, et finalement on n'y trouve plus de globules vivants.

Il devient ainsi compréhensible que, par suite de cet hivernage dans le sol, les ferments les plus résistants aux conditions extérieures s'acclimatent avec le temps dans une même région; c'est ce qui justifie l'expression employée plus haut : levures de Champagne, de Bourgogne, etc. C'est ce qui permet encore d'expliquer comment, dans des terrains nouvellement plantés en vigne, on a à constater des fermentations anormales dues à un mélange de diverses races de levures. Disons-le tout de suite : voilà un cas où l'application de levures pures, isolées de bonnes lies, de levures sélectionnées, peut rendre de réels services. Il en est encore de même lorsque des pluies abondantes, au moment des vendanges, ont enlevé les levures à la surface des raisins.

La réussite de l'application des levures sélectionnées dépend, avant tout, du choix judicieux de la race, mais aussi de son application à l'état vigoureux, préalablement rajeuni, riche, par conséquent, en glycogène. Il importe, en outre, de l'employer au moment opportun, ni trop tôt, ni trop tard, et en suffisante quantité.

Cette levure a, en effet, à soutenir la concurrence vitale non seulement avec les bonnes levures indigènes, mais encore avec les moisissures, les bac-

téries diverses, les levures mycodermiques et les levures apiculées, dont la reproduction ultra rapide pendant les premières vingt-quatre heures gêne beaucoup par ses produits (acide formique) le fonctionnement normal des levures sélectionnées. Tous ces ennemis disputent à la levure ses aliments et sont souvent des destructeurs d'alcool, de glycérine, d'acides, de principes à bouquet; il faut donc qu'elle soit apte à prendre vite possession du terrain.

Les effets de cet ensemencement de levures sélectionnées dépendent, en outre, de la composition du moût, qui varie avec le sol, le climat, la situation du vignoble, le cépage, l'état et le mode de culture, les engrais employés, les conditions atmosphériques de l'année (humidité, sécheresse, froid), l'époque et l'état de maturité, le mode de pressurage et d'égouttage, l'acidité, la température, etc. Ces divers facteurs influent, en effet, sur la teneur en sucres, principes pectiques, azotés, minéraux, en un mot sur les aliments de la levure.

Il en résulte que la levure employée pourra, selon sa sécrétion zymasique, donner plus ou moins d'alcool, donner, selon les conditions de nutrition, plus ou moins de glycérine, d'acides volatils, de principes à bouquet. De plus, selon sa vigueur, son état de rajeunissement, elle produira plus ou moins rapidement l'alcool, qui constitue pour elle le meilleur moyen de défense contre ses concurrents. Ainsi, certaines levures supportent 6 à 7 °/₀ d'alcool, d'autres 10 à 15 °/₀, et il suffit, avec ces dernières, souvent d'une simple agitation de la lie avec le vin pour transformer les dernières traces de sucre en alcool. On s'explique facilement que, dans les fermentations normales des moûts riches en sucre, ce soient justement ces levures énergiques qui jouent le principal rôle pour les qualités du vin obtenu, tandis que, dans les moûts pauvres, des levures à faible pouvoir alcoogène peuvent déjà jouer un certain rôle.

Les effets constatés avec une même levure et le même cépage, dans diverses années, ne sont pas toujours les mêmes parce que la composition du moût est trop variable; tantôt telle race de levure prédominera dans le moût en fermentation, tantôt telle autre, mais il n'existe aucun rapport entre le cépage et la levure; il n'existe pas de levure s'adaptant à tous les cas.

Des faits positifs se présenteront donc toujours à côté des résultats négatifs dans cet emploi des levures sélectionnées, et c'est à réduire ces derniers au minimum que devra s'appliquer le viticulteur, en se servant de levures bien connues, bien étudiées, et en se rappelant que les levures de grand cru sont, en général, plus exigeantes au point de vue de la composition du milieu.

II

L'application des levures sélectionnées dans la pratique nécessite leur rajeunissement préalable dans 50 à 60 litres de moût porté à 60°, refroidi et ensemencé ensuite avec la levure; c'est ce qu'on appelle faire un pied de cuve, qui pourra être utilisé pour la mise en fermentation de la vendange dans la proportion de 0,5 à 1 °/₀ lorsqu'il s'agit de moûts pauvres et de 1,5 à 2 °/₀ pour les moûts riches en sucre.

Selon les conditions de l'année, il est bon d'asperger les raisins déjà dans la vigne même; mais, en général, on additionne le pied de cuve au fouloir, afin d'effectuer un mélange intime au fur et à mesure qu'on remplit le foudre; lorsqu'il s'agit de vin blanc, on s'arrange pour avoir une bonne fermentation avec une faible quantité de moût qu'on ensemence et qu'on alimente ensuite avec du moût frais.

Un examen microscopique de la levure achetée est à conseiller; il portera sur la présence d'autres micro-organismes ou encore de levures mortes, qu'on peut aisément colorer au violet de méthyle, qui n'a que peu d'effet sur les cellules vivantes.

L'addition de levures sélectionnées peut maintenant s'effectuer soit à la vendange fraîche, soit au moût stérilisé. On a essayé les deux méthodes avec succès.

La stérilisation possible des moûts de brasserie, de distillerie, avait rendu le problème facile à ces deux industries. Comme elles travaillent pendant une plus grande partie de l'année, comme elles ont besoin de levures à des époques pour ainsi dire régulières, les industriels peuvent faire certains frais que le viticulteur ne peut guère se permettre, surtout avec les prix actuels des vins. Pour lui, le pied de cuve est le moyen le plus économique, car une faible quantité de levure multipliée peut servir pour la fermentation de toute la cave.

Il y a également intérêt à employer dans chaque région viticole des levures tirées de levures-lies de la même région; ces levures indigènes seront surtout utiles là où les vins sont mis en bouteilles à l'état jeune; de préférence, en emploiera pour les moûts rouges des levures provenant de lies rouges et pour les moûts blancs des levures isolées de lies de vins blancs.

Voyons maintenant deux exemples de la pratique.

Première expérience. — De la vendange de Petit-Bouschet et Carignan a été répartie entre trois demi-muids, à raison de 350 litres de vendange par tonneau; deux tonneaux ont été ensemencés avec deux levures de vin rouge d'Algérie,

préalablement rajeunies dans une quinzaine de litres de moût porté quelques minutes à 60°, et ramené ensuite à 30°.

Quantités par litre.

VINS	EXTRAIT	ALCOOL en volume	ACIDITÉ TOTALE en ac. tartr.
Témoin.	19,1	97,0	8,75
N° 2	21,7	112,0	6,55
N° 3	20,2	109,0	6,96

La fermentation a été très régulière dans les tonneaux 2 et 3, très tumultueuse dans le tonneau témoin ; la température s'est maintenue pendant plusieurs jours entre 36 et 37°. Signalons la plus forte teneur en alcool des vins ensemencés ; les vins n° 2 et 3 ont été reconnus de beaucoup supérieurs par les dégustateurs ; l'amélioration est allée en s'accentuant, à tel point qu'on les estimait de 30 à 32 francs l'hectolitre et le témoin 15 à 18 francs.

Deuxième expérience. — Elle a été faite avec du moût d'Aramon, rendu incolore en le laissant séjourner pendant deux heures dans les demi-muids. Après ce temps, une addition légère de bisulfite de chaux en solution, à raison de 1 gramme par hectolitre, servait à arrêter les effets de l'oxydation, tout en favorisant le débourbage.

Après quelques heures de repos, le moût était chauffé au pasteurisateur Egrot-Houdard et sortait à 65° ; il était réparti entre des demi-muids. L'ensemencement a eu lieu sous la forme de pied de cuve.

Quantités par litre.

LEVURE	EXTRAIT	ALCOOL en volume	SUCRE restant	ACIDITÉ totale en ac. tartr.	ACIDITÉ VOLATILE en ac. acét.
1 (Rhin). . . .	16,200	89	0,703	5,341	0,573
2 (Champagne).	16,250	85	0,642	5,607	0,863
3 (Champagne).	14,400	87	0,642	6,060	0,537
4 (Bourgogne) .	15,100	82	0,642	5,450	0,576
5 (Sauternes). .	15,700	86	0,865	5,842	0,691
6 (témoin). . .	15,350	89	0,681	5,559	0,558

Nous constatons d'abord des différences d'alcool, d'acidités ; mais elles sont peu sensibles, à une exception près. Si l'analyse chimique peut révéler des compositions presque identiques, les dégustateurs signalèrent des différences appréciables, car chaque levure apporte avec elle quelque chose de particulier, de spécifique, difficile à définir.

Voici, en effet, l'opinion et le classement de ces derniers : Vin n° 1, absolument remarquable, très droit, très bon, bien supérieur à tous les autres ; vient ensuite le vin n° 2, le suivant de très près comme qualité ; le vin n° 3 a été reconnu bouqueté, fin de fruit, très droit ; les n°s 4 et 5 sont bons et fins ; le témoin a été classé bien inférieur à tous les autres.

Ajoutons, toutefois, que la clarification des vins obtenus par moût chauffé est souvent plus lente et que les transformations ultérieures du vin occasionnées par d'autres micro-organismes sont complètement arrêtées.

L'emploi des levures sélectionnées a comme principales conséquences de donner lieu à des fermentations rapides, régulières, plus complètes, produisant des vins francs de goût, de meilleure conservation.

La levure peut également avoir une influence sur le développement des principes à bouquet, autres produits de dénutrition ; tantôt elle est indirecte, lorsqu'elle empêche celle des mauvais ferments ; tantôt elle est directe, lorsqu'elle contribue, par sa présence, à la production de ces principes aux dépens de certains éléments du moût sucré ; mais l'expérience a démontré qu'il n'existe pas de rapport direct entre le pouvoir diastasique de la levure et leur formation, pas plus qu'il n'en existe aucun entre la quantité de zymase alcoolique et le poids de levure. Certaines levures semblent être douées plus spécialement de cette faculté ; c'est ce qui nous permet d'expliquer comment des levures de Bourgogne, ensemencées dans un moût du Midi, peuvent produire des vins à goût étranger ; bien souvent aussi, ces propriétés du ferment sont complètement éclipsées par les principes à bouquet du cépage, comme c'est le cas pour le raisin muscat.

Comme les fermentations avec ensemencement de levures se font, en général, plus rapidement, il convient d'effectuer les soutirages également plus tôt ; cela a une très grande importance au point de vue de l'époque où le vin acquiert sa valeur marchande.

Les levures sélectionnées rendent encore des services pour la prise de mousse des vins de Champagne ; ici, il faudra se servir de levures spéciales, se déposant rapidement, résistant à une certaine teneur alcoolique et supportant une pression assez forte d'acide carbonique ; cette prise dépend de la race de levure et varie pour une même levure dans différents vins suivant les conditions du cuvage (Manceau).

Elles sont enfin employées utilement pour transformer le sucre de vins mal fermentés.

Mais il importe de bien se pénétrer de cette idée que la levure seule ne suffit pas pour faire du bon vin ; la composition du moût est aussi à considérer, et un moût d'Aramon ensemencé avec une levure de Meursault ne donnera jamais du Meursault ; de même, un moût mildiousé ne pourra pas être transformé, comme l'a démontré M. Manceau, directeur de la Station œnologique d'Epernay, par l'emploi d'une levure de premier cru, en un vin tout à fait sain ; cela est impossible.

Il ne faut pas non plus espérer obtenir de l'alcool éthylique pur ; de récentes expériences, faites en collaboration avec M. A. Demolon, nous ont fait voir que toutes ces levures sélectionnées peuvent donner naissance à des alcools supérieurs, qui se forment aux dépens des principes amidés du jus de raisin ou de ceux qu'on ajoute aux milieux artificiels pendant la fermentation principale.

III

Malgré tous les soins, malgré toutes les précautions, notamment de propreté, l'emploi de ces levures sélectionnées peut donner lieu à des résultats non seulement négatifs, mais même mauvais ; il peut se présenter des fermentations incomplètes, voire même anormales, d'où mauvais rendements d'alcool pour le distillateur, d'où vins de conservation difficile pour le viticulteur.

Aussi a-t-on songé depuis longtemps aux moyens appropriés pour augmenter le pouvoir ferment, la sécrétion diastasique des levures employées : c'est le cas de l'action du froid, de l'addition de fluorures aux moûts en fermentation (Effront) ; c'est encore celui de l'addition de sels de manganèse, comme des expériences personnelles, faites en collaboration avec M. H. Marchand, nous l'ont montré.

On sait depuis longtemps, pour ne citer que les travaux de Dumas, Richet, Krüger, que certaines substances métalliques, même à faible dose, ont une action favorisante sur les êtres vivants et que leur influence mortelle sur ces mêmes êtres est, en général, précédée d'une période d'excitation qui, chez la levure, se traduit soit par une plus forte multiplication, soit par une plus abondante sécrétion diastasique.

Bien souvent, l'expérience le montre, il n'existe aucun rapport entre la dose optima et la dose mortelle des corps excitants ; cette dose optima varie avec la nature du protoplasma microbien, la composition du moût et les conditions de l'expérience.

Les sels de manganèse jouissent à un très haut degré de ce pouvoir stimulant, et ce métal, dont l'importance a été longtemps considérée comme secondaire, jouit, au contraire, comme nous l'ont appris les travaux de G. Bertrand sur la laccase, à un très haut degré, de qualités favorables pour les cellules vivantes.

Lorsqu'on ensemence un moût sucré, additionné ou non d'un sel de manganèse à la dose de 1 ‰, on remarque que la fermentation se déclare sensiblement au même moment dans les deux ballons ; mais, si l'on augmente cette dose jusqu'à 5 à 6 ‰, la fermentation commence d'autant plus tardivement que la quantité de sel employée est plus forte ; bientôt on la voit s'accélérer et se terminer à peu près au même moment ; la levure acquiert une grande tendance à l'agglutination.

Il est très probable que le sel de manganèse, ajouté au moût sucré, se combine partiellement avec la matière albuminoïde de celui-ci ; il en résulte une précipitation ou un état colloïdal très favorable à l'oxydation, laissant au manganèse toutes ses propriétés oxydantes ; une autre partie se combine à la levure, dont elle influence surtout les sécrétions diastasiques.

Ensemençons de l'eau de touraillons sucrée à 24,48 % de saccharose avec une levure de vin, puis additionnons les ballons A et B respectivement de 1 gramme et 1 gr. 5 de sulfate de manganèse par litre.

Le tableau suivant nous renseigne sur les principales transformations produites, le tout rapporté au litre :

	TÉMOIN	A	B
Sucre restant	76 gr.	24,85	23,20
Alcool en volume . .	81,0	101,8	113,0
Poids de levure . . .	2,100	2,195	2,010
Glycérine	8,40	9,79	11,11
Acidité volatile en acide acétique	0,773	0,937	1,177

Lorsqu'on établit le rapport alcool en poids sur levure $\frac{A}{L}$, on trouve 30,4 (témoin), 37,2 (ballon A), 44,9 (ballon B) : l'activité diastasique augmente donc avec la dose de manganèse. On constate qu'il existe des variantes d'une levure à l'autre, la dose favorisante, la dose optima de sel n'étant pas toujours la même. Mais les différents sels de manganèse produisent des effets analogues.

Cette addition de sels de manganèse ne peut guère être appliquée qu'avec les moûts de distillerie ; aussi nous sommes-nous demandé si l'accoutumance aux sels de manganèse ne conférait pas aux levures de nouvelles propriétés, comme Effront l'a constaté pour les fluorures.

L'expérience est venue confirmer ces prévisions ; de la levure ensemencée dans des moûts sucrés additionnés de sulfate de manganèse, pendant plusieurs générations, en portant la dose du sel ajouté progressivement de 1 à 5 grammes par litre, tout en renforçant la richesse saccharine jusqu'à 28 %, acquiert de nouvelles propriétés, qu'elle peut conserver pendant plusieurs générations. L'influence porte tantôt à la fois sur la multiplication de la levure et de ses diastases, tantôt elle se fait surtout sentir sur la levure-ferment seule. Ces levures peuvent alors trouver emploi en vinification, brasserie, cidrerie, fabrication des hydromels, etc.

Voici d'abord des résultats obtenus dans un milieu purement minéral ; les levures habituées aux

sels de manganèse sont toujours désignées par « bis ».

	SUCRE restant	ALCOOL en volume	ACIDITÉ volatile	$\frac{A}{L}$
Levure 16. . .	95,8	50,5	0,87	61,9
— 16 *bis*.	61,1	69,0	0,61	71,0
— 51. . .	94,7	51,5	1,70	65,0
— 51 *bis*.	20,1	90,0	1,21	82,0
— 153. . .	84,3	56,6	1,68	61,0
— 153 *bis*.	3,7	98,0	5,00	78,0

La disparition de sucre a été très forte pour certaines levures accoutumées au manganèse; c'est affaire de dose et de race de levure.

Dans le jus de raisins, les différences sont également sensibles; on trouve une plus forte production d'alcool, en regard d'une diminution de glycérine pour les levures traitées. Un jus de raisin avec 206 gr. de sucre par litre a fourni les résultats suivants :

	SUCRE restant	ALCOOL en volume	GLYCÉRINE	ACIDITÉ volatile
Levure 16. . .	61 gr	72,0	7,083	0,618
— 16 *bis*.	47,0	81,0	6,277	0,518
— 153. . .	36,5	84,5	9,611	1,008
— 153 *bis*.	19,0	95,0	6,916	0,698

Cette disparition plus grande du sucre peut même se faire sentir dans un sens déterminé qui intéresse le viticulteur. Les vins mal fermentés sont en général lévogyres; ils contiennent du lévulose, sucre plus difficile à transformer en alcool que le glucose.

Différents essais faits dans cet ordre d'idées ont montré que les levures accoutumées au manganèse et au lévulose peuvent amener une plus forte décomposition de ce sucre, et des levures ainsi entraînées pourront rendre les plus grands services dans la fermentation des vins naturels restés sucrés.

Des observations analogues peuvent être faites en ce qui concerne l'accoutumance des levures aux hautes températures, qui aura son importance pour les fermentations dans les pays chauds.

Le manganèse est donc un excitant très énergique pour les ferments alcooliques, et les levures qui passent leur vie dans le sol y trouvent sans doute, de temps à autre du moins, ce stimulant, ne serait-ce qu'à l'état infinitésimal, qu'elles recherchent peut-être en vain dans nos milieux artificiels de laboratoire, où elles dégénèrent quelquefois rapidement.

Cette accoutumance aux sels de manganèse permettra au distillateur d'obtenir de bons rendements en alcool; elle assurera au viticulteur la décomposition plus complète du sucre de raisins et, comme conséquence, donnera des vins de meilleure conservation et de plus grande valeur marchande.

E. Kayser,
Docteur ès sciences,
Directeur du Laboratoire de Fermentation
à l'Institut national agronomique.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

Cette revue s'inspire des mêmes idées directrices que les précédentes. Nous y accordons, comme toujours, une place prépondérante à la Zoologie *expérimentale* et à la Biologie générale.

I. — Zoologie générale.

§ 1. — La Variation.

L'intérêt puissant et la faveur justifiée de la théorie des mutations ne doivent pas faire considérer ce processus comme le seul par lequel l'évolution a été réalisée. Plusieurs travaux récents plaident précisément en faveur du lamarckisme.

Plate[1] appelle l'attention sur l'intérêt qu'offrirait une étude approfondie des *Cerion* (Pulmonés) des îles Bahamas, qu'il a eu lui-même l'occasion d'observer. Alors que les autres Pulmonés de ces îles sont stables, les *Cerion* y montrent une variabilité énorme. On les trouve par colonies dans le voisinage de la mer; chacune de ces colonies a des caractères homogènes, mais diffère de celles des localités voisines; les grandes îles renferment toujours plusieurs formes locales ayant une série de caractères communs; les individus sub-fossiles ressemblent à ceux qu'on trouve actuellement au même endroit ou en diffèrent totalement. Plate ne pense pas qu'on puisse expliquer les faits par la sélection, mais plutôt par une action des facteurs physiques (climat, différence d'humidité entre les localités) sur un type dont le plasma germinatif est actuellement dans un état de grande instabilité. Il y a là un fait parallèle aux variations classiques des Achatinelles aux îles Hawaï, dont Borgerdink[1] vient précisément de publier une révision systématique.

Un Chrysomélien du genre *Leptinotarsa* a été l'objet d'une étude approfondie de Tower[2] aux multiples points de vue de sa distribution géographique,

[1] *Verhdl. deutsch. zool. Gesells.*, 1906.

[1] *Zoologica*, 1906.

[2] *Carnegie Institut.*, Public. n° 48, 1906, 320 p.

de ses variations de toute nature, de ses mœurs et instincts, etc...; des cultures méthodiques ont permis d'examiner la valeur des races, l'apparition de caractères nouveaux. C'est le type d'une catégorie de recherches qu'il y aurait intérêt à voir exécuter sur de nombreuses formes; nous devons nous borner ici aux conclusions générales de l'auteur. Tower considère que la sélection (pour le cas étudié) est un « facteur de stabilité, éliminant les formes extrêmes et limitant la population reproductrice aux individus les plus voisins du type moyen des races »; les espèces se forment, suivant lui, non par la fixation de variations individuelles de grande amplitude (mutations), mais par l'accumulation de petites variations; la distribution géographique révèle des faits frappants « de transformation rapide en réponse directe à des stimuli du milieu environnant ». Les mutations sont « comme des variations *prophétiques*, indiquant ce que seront les futures espèces dans l'évolution de la race ». Ce sont, on le voit, des idées nettement lamarckiennes. Davenport[1] a été amené à des conclusions du même ordre par l'étude des *Pecten*, vivants et fossiles, et des *Melospiza*.

Nous rapprocherons des études précédentes des travaux expérimentaux relatifs aussi à la variation, mais procédant d'une méthode différente. Houssay[2] a cherché à mesurer l'influence immédiate d'un facteur déterminé sur l'ensemble de l'organisme d'un animal donné, à travers une série de générations. C'est, dit-il, chercher à poser les équations différentielles du problème de l'évolution. L'animal choisi a été la poule, qui a été soumise à un régime carnivore absolu. L'expérience a porté sur 6 générations carnivores successives et n'a pu être poussée plus loin parce qu'elle a entraîné la stérilité et, par suite, l'extinction de la lignée; elle est néanmoins, pour le moment, la plus prolongée qui ait été faite sur le sujet et envisage une multiplicité de faits considérables, soit morphologiques, soit physiologiques. Ce qui s'en dégage, d'après l'auteur, c'est qu'une modification aussi intense du régime amène une exagération des phénomènes permanents d'auto-intoxication; la stérilité en est d'ailleurs un résultat partiel. L'effet anatomique n'est pas toujours immédiat, et l'un des résultats les plus nets est de mettre ce point en évidence; ainsi le foie et le rein ont commencé par subir un accroissement pendant les premières générations (par excès d'activité de résistance à l'intoxication), pour décroître ensuite. L'intestin et le cœcum se sont réduits également; le gésier s'est rapproché de la structure qu'on lui trouve chez les Rapaces. La ponte, d'abord augmentée et accélérée, a baissé ensuite, et les œufs, subissant eux-mêmes l'intoxication, ont donné de moins en moins de succès à l'incubation.

A l'instigation de W. Roux[1], et d'abord pour étudier l'adaptation fonctionnelle des muscles de l'estomac, Schepelmann[2] a exécuté des expériences analogues aux précédentes sur des Oies qu'il a soumises à divers régimes; il a étendu aussi ses constatations à l'ensemble des organes, mais sans les faire porter sur des générations successives. Ses résultats s'accordent bien avec ceux de Houssay, sauf cependant pour le tube digestif, où, notamment sous l'influence du régime carné, l'intestin et les cœcums se sont allongés au lieu de se raccourcir. La stérilité est aussi intervenue, mais par troubles immédiats dans la spermatogénèse chez les mâles.

Citons enfin les intéressantes recherches analogues, mais limitées à l'intestin, faites par Babak[3]. Cet auteur a pris pour sujet un animal omnivore, le têtard de grenouille, et a varié beaucoup la nourriture. Ses résultats, trop longs à résumer ici, concordent avec la donnée classique (Cf. notamment les travaux de Yung sur les têtards) de l'allongement de l'intestin par le régime herbivore et de son raccourcissement par le régime carnivore.

Les diverses séries d'expériences précédentes nous amènent naturellement à signaler ici l'activité du Laboratoire de Biologie expérimentale installé depuis quelques années à Vienne, au Prater, (*Biologische Versuchsanstalt*)[4]. Nous avons déjà, les années précédentes, fait allusion aux intéressantes recherches de Przibram sur l'hétérochélie et la régénération chez les Crustacés[5]. Mentionnons rapidement aujourd'hui ses expériences sur l'élevage, les changements de coloration et la régénération des Mantes[6]; nous en extrayons seulement ce résultat singulier que le changement de couleur et le développement de la couleur verte ne seraient pas sous la dépendance, au moins immédiate, de la lumière, ni de l'alimentation par des plantes vertes, ni de la couleur du milieu ambiant. Faisant vivre des Pagures sans coquille[7], il a vu leur abdomen durcir, se pigmenter et prendre une structure nettement annelée. Dans le même laboratoire, Kammerer a réalisé depuis quelques années de très curieuses expériences sur les Amphibiens; par des variations expérimentales dans le degré de

[1] *Journ. of Exp. Zool.*, t. II, 1905.
[2] *Arch. Zool. Exp.*, 3e sér., t. VI, 1907.

[1] *Arch. für Entwickl.-Mech.*, t. XXI, 1906.
[2] *Ibid.*, t. XXI, 1906, et t. XXIII, 1907.
[3] *Ibid.*, t. XXI, 1906.
[4] Les travaux sont publiés dans les *Archiv für Entwickl.-Mech.*, *passim*.
[5] Cf. *Revue annuelle de Zoologie*, 1906, p. 88.
[6] *Arch. für Entwickl.-Mech.*, t. XXII, 1906, et XXIII, 1907.
[7] *Ibid.*, t. XXIII, 1907.

la viviparité ou dans l'humidité du milieu, il a interchangé les caractères de *Salamandra maculosa* et de *S. atra*[1]. Opérant sur des *Alytes* et des *Hyla*, qui, dans deux familles distinctes de Batraciens Anoures, représentent des adaptations parallèles indépendantes et convergentes à une vie plus exclusivement terrestre, il a pu largement modifier la structure des larves et surtout accélérer ou retarder énormément le développement et la métamorphose, en faisant varier les conditions d'humidité, de lumière et de température[2]. On voit nettement l'action puissante de ces facteurs extérieurs et lamarckiens[3]. Remarquons que ces divers travaux sont une véritable mise en œuvre expérimentale de la *poecilogonie* de Giard.

§ 2. — L'Hérédité.

1. *Lois de Mendel et mutations.* — Dans notre première revue de Zoologie, en 1903, nous avons marqué, des premiers en France, la place qu'étaient appelés à prendre le principe des Mutations et le Mendélisme. Dans nos revues suivantes, nous n'y sommes revenus qu'incidemment. Entre temps, Cuénot exposait, ici même, les données principales des lois de Mendel. Il nous faut aujourd'hui dire un mot des nombreux faits expérimentaux accumulés depuis quatre ans, en nous bornant toutefois au domaine zoologique.

En France, Cuénot[4], en Angleterre, Bateson, miss Saunders, Punnett et Hurst[5], en Amérique, Davenport[6], Castle, Allen et Forbes[7], miss Mc Cracken[8], au Japon, Toyama[9], pour ne citer que les principaux expérimentateurs, ont consacré au mendélisme des Mémoires bourrés de résultats établissant sa grande importance pour l'hérédité. Sans nous appesantir sur les faits purement confirmatifs, il nous paraît intéressant de relever les singularités mises en évidence et importantes à considérer pour la Biologie générale[10].

Les expériences ont d'abord montré que le nombre de caractères soumis aux lois de Mendel est beaucoup plus considérable que les zoologistes ne l'avaient cru d'abord. Et des savants, comme Davenport, qui avouent avoir entrepris leurs expériences dans un sentiment défavorable au mendélisme, ont été convaincus par les faits de sa grande généralité.

Ainsi, chez les poules étudiées par Davenport, une vingtaine de caractères contre deux ou trois seulement présentent l'hérédité mendélienne. Evidemment, pour un certain nombre, la dominance ou la récessivité sont incomplètes, et l'hérédité est plus complexe que ne l'indique la loi de Mendel.

Dans les croisements entre hybrides, le rapport des individus à caractère dominant aux récessifs est de 3 : 1 dans les cas typiques. Chez les Coléoptères étudiés par miss Mc Cracken, on le voit augmenter de génération en génération ; ainsi, dans une espèce, il passe de 1,2 (1re génération) à 16 (6e génération); à la 7e, le caractère récessif est devenu complètement latent.

Les caractères dominants sont-ils toujours ancestraux par rapport aux récessifs correspondants? L'exemple des souris grises peut faire songer qu'il en est ainsi. Mais il ne convient nullement de généraliser. Ainsi, pour les cobayes, Castle a montré que, des trois paires de caractères mendéliens (alternatifs) relatifs au pelage, deux des récessifs (albinisme et poil *long*) sont d'origine relativement récente; mais le troisième caractère récessif (poil *lisse* opposé à poil *broussailleux*) est indubitablement ancestral. De même, le caractère « crête simple » de la poule ancestrale est récessif par rapport aux crêtes composées, « en pois » ou « en rose » par exemple. Davenport remarque que, sur dix-neuf paires de caractères mendéliens des poules, neuf anciens et dix nouveaux sont dominants. Même chez les souris, la démonstration, faite par Cuénot, de la dominance du jaune sur le gris (= jaune + noir + brun) nous paraît être aussi une exception à la question posée.

Mc Cracken remarque que ses Chrysomélides passent par deux livrées successives; or, le caractère dominant est toujours celui de la première. Ces cas de Mc Cracken rentreraient dans les précédents, si l'on admet le parallélisme de l'ontogénie et de la phylogénie.

L'albinisme est généralement récessif par rapport à la pigmentation; les expériences de Cuénot et d'Allen l'ont établi d'une façon incontestable chez les souris; cela est vrai pour le cobaye, le lapin, très probablement l'homme, les poissons, les plantes. La poule, d'après Bateson et Saunders, Davenport, ferait, dans un grand nombre de cas tout au moins, exception à la règle.

---

[1] *Arch. für Entw.-Mech.*, t. XVII, 1904.

[2] *Ibid.*, t. XXII, 1906.

[3] Le même auteur vient encore de publier (*Ibid.*, t. XXIII, 1907) d'intéressantes observations et expériences sur l'hybridation chez les Poissons d'eau douce (notamment le *Perca fluviatilis* avec l'*Acerina cernua*).

[4] *Arch. Zool. Expérim.*, 4e sér., t. II, III et VI, 1904-1907, N et R. (animaux d'expériences : souris).

[5] *Reports* II et III *to the Evolution Comm. of the Roy. Soc.*, 1905 et 1906 (poules). — HURST : *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXVII (chevaux).

[6] *Carnegie Institution*, nº 52, 1906 (poules).

[7] CASTLE et ALLEN : *Proc. Amer. Acad. of Arts a. Sc.*, t. XXXVIII, 1903 (albinisme). — ALLEN : *Ibid.*, t. XL, 1904 (souris). — CASTLE : *Carnegie Instit.*, nº 23, 1905 (lapins et cobayes). — CASTLE et FORBES : *Ibid.*, nº 49, 1906 (cobayes).

[8] *Journ. Experim Zool.*, t. II, III, IV, 1905-1907 (Coléoptères Chrysomélides).

[9] *Biol. Centralbl.*, t. XXVI, 1906 (vers à soie). Voir aussi COUTAGNE (in *Revue* de 1904).

[10] Voir l'intéressant petit livre de PUNNETT : *Mendelism*, 2e édit., févr. 1907, Macmillan.

L'atavisme reçoit, des règles de Mendel, une explication facile. Un croisement de souris albinos et de souris noires donne parfois des souris grises. Or, Cuénot a bien établi que, parmi les albinos, il y en avait de formules héréditaires différentes, par exemple qui possédaient, en puissance, le caractère *gris* masqué parce que associé au caractère *absence de chromogène*; la souris noire contient le caractère noir associé au caractère *chromogène*. La combinaison se fait entre caractères dominants (gris, — chromogène), et la descendance est grise.

De même, des fécondations entre pois à fleurs blanches peuvent donner des fleurs rouges. Pour avoir du rouge, il faut qu'un caractère *chromogène* soit associé à un caractère *rouge*. Or, supposons que les deux blancs aient l'un le déterminant *chromogène* associé au caractère *absence de pigment*; l'autre le caractère *pigment rouge* associé à l'*absence de chromogène*; le croisement donnera des rouges, puisque les caractères *chromogène* et *pigment rouge*, dominants tous deux, se trouveront ensemble.

Quand le caractère ancestral est récessif, il apparaît une génération plus tard. Prenons les poules à crête en « pois » et à crête en « rose »; leur croisement donne des crêtes en « noix »; les deux caractères s'ajoutent, tous les deux étant également dominants. Ces poules à crêtes en « noix », croisées entre elles, donnent, conformément aux prévisions mendéliennes dans le cas de dihybridisme (formes différant par deux caractères) : neuf « noix », trois « pois », trois « roses » et une crête simple, qui est la crête ancestrale, d'où sont dérivés les « pois » et les « roses ».

Nous avons déjà, en 1903, bien distingué *deux* lois de Mendel et insisté sur ce que la deuxième, celle de pureté des gamètes, est plus générale que la loi de dominance. En voici un exemple bien net et, en même temps, la clef de singularités jusque-là inexplicables. Les poules *bleues* andalouses ne sont pas des races pures. Elles résultent du croisement de poules blanches et noires (en fait leur « bleu » est une forme *diluée* du noir); ici ni dominance, ni récessivité, mais mélange de caractères (*blending*). Mais les gamètes sont purs, car les bleus croisés entre eux donnent, conformément aux prévisions, deux bleus, un noir et un blanc. Le fait paradoxal, maintenant clairement expliqué, était donc le suivant : une poule blanche et une noire donnaient uniquement des bleues; les bleues, croisées entre elles, ne donnaient que moitié de bleues.

De même, l'hérédité du caractère des cobayes, présentant quatre doigts aux pattes postérieures, est intermédiaire entre le mélange et l'alternance mendélienne (Castle et Forbes).

Dans ses études sur l'hérédité de la pigmentation des souris, Cuénot a montré la dominance du jaune sur les autres pigments et même sur le mélange de pigments qu'est le gris. Il a cherché, en appliquant correctement les règles du mendélisme, à obtenir des races *pures* (l'obtention mathématique de ces races est une des applications pratiques du mendélisme) en rapport avec ces divers pigments. Or, il n'a jamais pu y parvenir pour le jaune (les jaunes croisés entre eux, ou avec des gris et des noirs, ne donnent jamais uniquement des jaunes); cela revient à dire que les gamètes de valeur jaune ne peuvent pas se combiner entre eux[1]. Cuénot rapproche le fait des cas où l'autofécondation n'est pas possible. Darwin en a donné de nombreux exemples chez les plantes. Chez les Tuniciers, on sait que l'autofécondation n'est guère possible chez le *Ciona* (Castle, Morgan), alors qu'elle réussit aussi bien que la fécondation croisée chez le *Molgula*[2]. Enfin, plus en rapport avec les lois de Mendel, Correns a montré qu'on n'a jamais la proportion voulue de races pures de maïs à grains ridés (caractère récessif); l'affinité des gamètes représentatifs est faible. Dans le cas de Cuénot, ce sont les gamètes dominants qui n'ont pas d'affinité l'un pour l'autre. Nous retrouverons ces faits dans l'interprétation du dimorphisme sexuel des spermatozoïdes.

Les particularités *indécomposables*, tombant facilement sous nos sens et qui s'héritent d'une façon séparée et indépendante (*alternative*), sont ce qu'on appelle les *caractères élémentaires* ou *caractères-unités* (*taxies* de Coutagne). Or, les *mutations* sont, pour la plupart, de l'ordre de ces caractères-unités. Etant indivisibles, ils doivent avoir apparu brusquement, à peu près sous leur forme actuelle. Davenport a donc raison de dire que « l'existence incontestable des caractères-unités est une preuve de la théorie des mutations ».

Le Mendélisme explique pour le mieux comment les espèces nouvelles, apparues par mutation, se conservent dans la Nature. Elles sont d'emblée fixées, c'est-à-dire que leurs caractères nouveaux sont héréditaires; mais, en contact avec l'espèce souche, elles ne peuvent se conserver qu'en raison de la pureté des gamètes (où le nouveau caractère est représenté). Mc Cracken, dans son dernier Mémoire, en donne un exemple intéressant relatif à l'apparition d'une variété complètement noire d'un de ses Coléoptères; il se comporte comme récessif mendélien dans ses croisements avec les

[1] Morgan (*Biol. Centralb.*, t. XXVI, 1907) interprète les faits différemment; dans les gamètes, le jaune ne serait pas toujours dominant, mais alternativement dominant et latent. Il n'y aurait pas besoin de faire intervenir une fécondation élective.

[2] A ce propos, voir in *Zool. Anz.*, t. XXXI, 1906, le Mémoire de Sekera sur l'importance de la fécondation croisée chez les Rhabdocèles.

deux autres variétés de l'espèce, et le caractère nouveau se montre stable.

Le Mendélisme est donc venu heureusement en aide à la doctrine des mutations. Et il est intéressant d'enregistrer les dernières lignes du travail de Davenport sur l'hérédité des poules : « Beaucoup, sinon la plupart, des caractères des poules ont apparu soudainement, et l'on ne peut guère échapper à la conclusion que, là, l'évolution s'est faite largement, quoique non exclusivement, par mutation. » Le même savant, en citant l'année précédente[1] des cas très nets d'évolution lente, était d'avis qu'il ne fallait exagérer ni dans un sens ni dans l'autre.

Nous avons insisté dans notre dernière revue sur l'appoint sérieux qu'apportent à la loi mendélienne de pureté des gamètes les recherches cytologiques récentes, en particulier sur l'individualité des chromosomes. Nous n'y revenons cette année que pour citer quelques travaux confirmatifs, en premier lieu celui de miss Stevens[2] sur les cellules germinatives des Aphides. Dans chacune des vingt-quatre espèces étudiées, chaque chromosome (après réduction de *2 n* à *n*) offre des particularités caractéristiques. Chez deux Coléoptères du genre *Coptocycla*, Nowlin[3] a remarqué, en étudiant la spermatogénèse, la forme variée des chromosomes : un possède la forme d'une couronne, deux d'une croix, plusieurs la forme d'E, et finalement il y a la paire d'idiochromosomes égaux (v. *infra*). On peut rattacher aux faits précédents ceux de Murray[4], qui a étudié les mitoses des cellules somatiques de *Lepidosiren paradoxa*; les chromosomes y sont schématiques et on y note des différences de grandeur nettes et constantes (v. *infra* la question des *hétérochromosomes*)[5].

En somme, le mouvement de ces dernières années autour des lois de Mendel a donné un regain de faveur aux hypothèses *particulaires* sur l'hérédité. A tort, pense Herbst[1], qui est partisan d'une conception *chimique* de l'espèce (Cf. Le Dantec, Driesch). Le plasma germinatif n'est pas, suivant lui, un agrégat de parcelles correspondant à des parties distinctes de l'organisme; l'œuf fécondé renferme toutes les propriétés futures de l'individu, non pas, dit-il, à l'état *extensif*, mais à l'état *intensif*; toutes sont contenues dans une portion, si petite qu'elle soit, de l'œuf et non pas individualisées dans l'es-

[1] *Journ. of Exper. Zool.*, t. II, 1905.

[2] *Journ. of Exper. Zool.*, t. II, 1905. — *Carnegie Institut.*, Publ. n° 51, mai 1906.

[3] *Journ. of Exper. Zool.*, t. III, 1906.

[4] *Anat. Anz.*, t. XXIX, 1906.

[5] La question de l'individualité des chromosomes. — Comme on le voit, tous ces travaux sont dominés par la notion de *la permanence* et de *l'individualité des chromosomes*; chacun de ceux-ci est considéré comme représentant matériellement une partie des propriétés de l'espèce. Nous avons longuement analysé le mouvement de faits et d'idées sur cette importante question dans la revue de 1906 (p. 39-40), ainsi que les conclusions qui en découlent pour la réduction chromatique, lors des divisions maturatives des éléments sexuels, et la loi de Mendel (v. p. 41-42). Malgré la faveur dont jouissent actuellement ces théories et le nombre des faits qui semblent s'accumuler à leur appui, il faut cependant garder à leur égard une expectative prudente et nous croyons devoir y insister ici. On ne peut pas suivre réellement les chromosomes à la période de repos du noyau. Ce n'est que par des raisons indirectes qu'on peut supposer la continuité de leur individualité d'une division à l'autre, et, dans ces conditions, il est facile de se laisser suggestionner et d'interpréter de façon tendancieuse, en accordant une valeur trop positive à des particularités légères de structure. Dans un très remarquable Mémoire paru pendant l'impression de cette revue (*Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXX), F. Meves, à qui l'on doit plusieurs des progrès récents les plus positifs et les plus importants de la cytologie, et en particulier de la spermatogénèse, livre à une critique lumineuse et serrée les théories et les faits émis dans ce domaine, au cours des dix dernières années, et il conclut au rejet, comme inexactes, de plusieurs des notions sur lesquelles se basent les spéculations les plus en vogue. Il montre ainsi qu'aucune des divisions transversales de chromosomes, lors des cinèses de maturation (type de division que Weismann considérait comme *nécessaire* pour permettre la réduction chromatique *qualitative*, indispensable *a priori*), n'est actuellement prouvée et, personnellement, se basant sur l'observation cytologique, il en rejette la réalité; de même, les nombreux faits de copulation de chromosomes, tant invoqués, lui paraissent douteux; les figures de *synapsis*, si en faveur également, ne sont pour lui qu'une apparence due à l'action défectueuse des réactifs. On ne les trouve pas là où la fixation est vraiment bonne. Sa conception de la réduction chromatique est identique à celle que nous exposions (revue de 1906, p. 41). C'est une réduction de masse, effectuée par la succession immédiate des deux divisions de maturation : la réduction numérique des chromosomes, au début de la première, n'a qu'une importance secondaire, les chromosomes n'ayant pas, suivant lui, d'individualité, mais n'ayant d'existence propre que par la disposition géométrique des forces qui interviennent lors des divisions nucléaires; cette disposition, au moment des cinèses de maturation, est simplement telle que, pour des raisons inconnues, le réseau chromatique est décomposé en *n* fragments au lieu de 2 *n*. La question de la réduction chromatique, dit Meves (*l. c.*, p. 465), n'a été compliquée que par l'introduction de la notion de l'individualité permanente des chromosomes. « L'allure de la chromatine dans les divisions maturatives des cellules sexuelles n'est qu'un argument entre autres plaidant contre la valeur générale de cette hypothèse. » Meves reconnaît cependant la valeur logique de l'idée de Weismann relativement à la nécessité d'une réduction chromatique *qualitative*, lors de la maturation des cellules sexuelles; mais, suivant lui, cette nécessité n'entraîne ni la notion de l'individualité des chromosomes, ni l'existence de divisions transversales, qu'il regarde comme contraires à l'observation des faits; la structure même des chromosomes, leur raccourcissement, leur épaississement et leur structure en tétrades au début de la maturation, leurs deux divisions *longitudinales* qui suivent, assurent cette réduction. Les grains chromatiques juxtaposés dans les quatre éléments d'une tétrade ne sont pas identiques, et comme, entre les deux divisions, il n'y a pas d'accroissement de ces grains, les divisions longitudinales elles-mêmes effectuent une séparation qualitative; la seconde doit être considérée comme sélective des propriétés héréditaires (*Erbungleich* Roux, *Reductionstheilung* Weismann). Cette discussion nous paraît une des plus claires qui aient été écrites, et, comme elle repose sur une connaissance des faits et une habileté technique éprouvées, nous avons cru devoir nous y appesantir ici.

(*Note ajoutée à la correction des épreuves.*)

[1] *Arch. f. Entwick.-Mech.*, t. XXI, 1906.

pace. Pour ce qui concerne la pureté des gamètes, par exemple, on peut imaginer que la combinaison chimique caractéristique de l'espèce est dissociée dans les cellules sexuelles et qu'elle se reconstitue dans l'œuf fécondé. On aura ainsi la possibilité d'interpréter les divers résultats constatés.

2. *Prédominance générale de l'hérédité paternelle ou maternelle.* — Au point de vue expérimental, Herbst cherche à fixer le déterminisme en vertu duquel le produit ressemble plus ou moins à l'un ou l'autre de ses progéniteurs. Pour Weismann, c'est le résultat d'une lutte entre déterminants homologues. Mais Herbst admet *a priori* que les facteurs extérieurs peuvent avoir leur part, et par là que le problème est accessible à l'expérience. Il a cherché tout d'abord à vérifier des résultats annoncés par Vernon, qui, en 1898, avait cru constater que des hybrides d'Oursins (*Strongylocentrotus* ♂, *Sphærechinus* ♀) ont une plus grande tendance à reproduire le type maternel en été qu'en hiver, ce qui pourrait indiquer une action de la température. Or, Herbst, par des expériences bien conduites, montre qu'il n'en est rien. La chaleur modifie, en réalité, les caractères de toutes les larves *Pluteus*, en particulier de leur squelette; à 27°, on obtient des *Pluteus hybrides*, ayant un certain nombre de caractères de *Sphærechinus*; mais on obtient des variations parallèles sur des *Pluteus* ordinaires de *Strongylocentrotus*.

Godlewski[1] et Kupelwieser[2], réalisant après Loeb des croisements entre espèces très éloignées (v. nos revues de 1904 et 1906), ont réussi à obtenir la prédominance du type maternel. Herbst lui-même[3] est arrivé à un résultat semblable en opérant avec les mêmes Oursins que précédemment, et en superposant à la fécondation naturelle les méthodes de la parthénogénèse expérimentale.

En alcalinisant légèrement l'eau de mer, Godlewski a réussi à féconder des œufs d'Oursins variés par du sperme de Comatule. Il a étudié les phénomènes morphologiques de la fécondation et il a vu le spermatozoïde d'*Antedon* se comporter, dans l'œuf d'Oursin, comme un spermatozoïde d'Oursin: formation d'asters autour des centrioles; union des pronuclei ♂ et ♀, de telle sorte que les deux chromatines ne sont plus distinguables, etc. Les noyaux des divers stades larvaires ont un volume nettement intermédiaire entre ceux des larves d'Oursin et d'*Antedon*, ce qui prouve que la chromatine paternelle ne dégénère pas au cours du développement. Le fait capital est que Godlewski a obtenu ainsi des *Pluteus*, c'est-à-dire une larve du type *maternel pur*.

Kupelwieser a réussi à féconder des œufs d'Oursin (*Strongylocentrotus*) par du sperme de moules; il est parvenu à des gastrulas du type maternel; mais il n'a pas suivi aussi bien que Godlewski les phénomènes nucléaires.

Herbst a traité les œufs de *Sphærechinus* (avant de les féconder par le sperme de *Strongylocentrotus*) par le réactif de Loeb (v. revue de 1906 et *infra*) pour la production artificielle de la membrane de fécondation (acide gras); mais il l'a laissé agir un temps insuffisant pour la formation de cette membrane. Il a ainsi obtenu des *Pluteus* où les caractères maternels étaient nettement accentués et même des larves entièrement du type maternel.

Herbst considère qu'il y a là une voie expérimentale pour atteindre le déterminisme de la rupture d'équilibre entre les deux tendances héréditaires paternelle et maternelle. Wilson, en faisant une analyse précise des modifications de l'œuf au début du développement parthénogénétique (déterminé dans le cas présent par l'acide gras), a constaté un accroissement dans la taille du noyau; peut-être y a-t-il un rapport quantitatif entre la masse de substances nucléaires de l'ovule et le degré où se manifestent les caractères maternels.

§ 3. — **Le sexe (hérédité, détermination, etc.).**

1. *Détermination du sexe.* — La loi de Mendel paraît devoir être étendue également, dans une certaine limite, à la détermination du sexe.

Nous avons résumé, en 1903 (v. p. 611), les idées de Castle à ce sujet. Pour ce savant, les gamètes mûrs ont chacun un sexe, désormais invariable, et qui s'est déterminé lors des divisions maturatives; il y a des spermatozoïdes mâles et des spermatozoïdes femelles, aussi bien que des ovules, et sont seules fécondes les conjugaisons entre ovules et spermatozoïdes de sexes différents. Quant à la détermination du sexe du produit, elle suit la loi de Mendel.

L'ensemble imposant de travaux relatifs à la spermatogénèse des Insectes a apporté une base positive à cette manière de voir. On y observe des *hétérochromosomes*, ainsi nommés parce qu'ils se différencient des autres par leur *rôle*, en particulier au moment des divisions de maturation; en général, ils diffèrent également par la forme et la grosseur. On trouvera dans le récent travail de Gutherz[4] un résumé de nos connaissances à cet égard. Sans entrer dans les détails, il y a deux catégories principales de cas : celui où le mâle renferme un seul hétérochromosome (le nombre des

[1] *Arch. f. Entwick.-Mech.*, t. XX, 1906.
[2] *Biol. Centralbl.*, t. XXVI, 1906.
[3] *Arch. f. Entwick.-Mech.*, t. XXIII, 1906.

[4] *Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXIX, 1907.

chromosomes est alors impair et inférieur d'une unité à celui des femelles), et celui où le mâle a deux hétérochromosomes inégaux entre eux, généralement appelés *idiochromosomes* (il y a alors égalité de chromosomes chez le mâle et la femelle, mais le *petit* idiochromosome du mâle est représenté par un chromosome normal chez la femelle). A la première catégorie, appartiennent la *Blatta germanica*, d'après Wassilief[1] (?), la *Forficula auricularia*, d'après Zweiger[2], la *Locusta viridissima*, d'après Otte[3], divers Arachnides : la *Lycosa*, d'après Montgomery[4], l'*Agalena*, d'après Watase[5], l'*Epeira*, d'après Berry[6], divers Hémiptères, d'après Wilson[7], pour nous borner aux travaux les plus récents. L'existence de deux idiochromosomes a été reconnue chez d'autres Hémiptères par Wilson, chez le *Tenebrio molitor* par miss Stevens[8], chez deux autres Coléoptères (g. *Coptocycla*) par Nowlin[9].

Dans tous ces cas, il y a production, en nombre égal, de deux catégories de spermatozoïdes, les uns ayant mêmes chromosomes que les œufs, les autres ayant ou bien un chromosome en moins, ou bien le même nombre, mais parmi eux un petit chromosome aberrant.

L'observation microscopique a montré que les premiers sont producteurs de femelles, les autres producteurs de mâles. Or, dans le même embranchement des Arthropodes, on connaît des cas où les œufs sont visiblement distinguables, par leur taille, en producteurs de mâles et producteurs de femelles[10].

On est donc amené à généraliser cette notion du *sexe* chez les gamètes, alors même que nous sommes incapables de saisir quelque différence au microscope. Par exemple : le cas de l'hémiptère *Nezara*, étudié par Wilson, et qui a deux idiochromosomes *égaux*, et, par conséquent, un seul type de spermatozoïdes, est relié par une telle série de formes aux précédents qu'on ne peut guère douter que, là aussi, les gamètes mâles ont individuellement l'un ou l'autre sexe.

Cette notion du sexe des produits génitaux, si on cherche à la mettre d'accord avec la ségrégation mendélienne, transmission et dominance des caractères sexuels comme le veut Castle, a pour corollaire nécessaire qu'il n'y a fécondation qu'entre produits sexués contenant des déterminants de sexes différents : œuf ♀ et sperm. ♂; œuf ♂ et sperm. ♀. Il y aurait donc fécondation élective, et Wilson ne voit aucune impossibilité à l'admettre, puisqu'un phénomène analogue a été reconnu par Cuénot pour les souris jaunes (v. *supra*). Ce n'est pas le sexe qui est déterminé par la fécondation, mais la fécondation qui est déterminée par le sexe. Dans les cas reconnus de dimorphisme des spermatozoïdes, on peut dire que les hétérochromosomes sont les déterminants du sexe; ce seraient des *gonochromosomes*, et Wilson explique clairement, d'accord avec les faits, comment ces éléments obéiraient aux lois de Mendel.

Mais il reconnaît qu'une autre hypothèse est possible : la différence dans les chromosomes ne serait que l'expression d'une différence physiologique ou fonctionnelle, plus générale, dans les spermatozoïdes ; et il n'est pas besoin d'admettre dans ce cas une fécondation élective, puisque la différence porterait seulement sur les produits mâles. Ces faits sur le rôle du noyau dans la production du sexe peuvent s'accorder avec ceux où c'est le protoplasma qui fait la détermination ou bien ceux où le sexe est déterminé indépendamment de la fécondation.

Dans tous les cas, conclut Wilson, il est certain qu'il existe une corrélation constante et précise entre les chromosomes et les caractères sexuels; il y a là, indubitablement, une base concrète pour une interprétation de la production des sexes et de la transmission des caractères sexuels par le mécanisme de la ségrégation mendélienne.

R. Hertwig[1] a consacré au problème de la sexualité et du déterminisme du sexe tout un ensemble de recherches expérimentales exécutées par lui ou, sous sa direction, par ses élèves. Ces recherches procèdent d'un tout autre esprit. Elles se rattachent aux idées qu'il a émises sur les rapports nécessaires entre la masse du noyau et celle du protoplasma[2]; l'hypertrophie de l'un des deux éléments aux dépens de l'autre amène des transformations (rejet de chromidies, multiplication cellulaire, etc.), destinées à rétablir l'équilibre. Les recherches d'Hertwig sur les Protozoaires lui ont montré que des facteurs externes, tels que la famine, les changements de température, l'activité fonctionnelle ininterrompue, pouvaient provoquer cette rupture d'équilibre, et que les phénomènes de sexualité intervenaient souvent alors comme un mécanisme régulateur pour le rétablir. Or, les gamètes des Métazoaires sont précisément des cel-

[1] *Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXX, 1907.
[2] *Zool. Anz.*, t. XXX, 1906; *Jenaisch. Zeitschr.*, t. XLII, 1907.
[3] *Zool. Anz.*, t. XXX, 1906.
[4] *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, 1905.
[5] *Biolog. Bull.*, t. VIII, 1905.
[6] *Ibid.*, t. XI, 1906.
[7] *Journ. of Exper. Zool.*, t. II, 1905, et t. III, 1906.
[8] *Carnegie Institut.*, Publ. n° 36, 1905.
[9] *Journ. of Exper. Zool.*, t. III, 1906.
[10] Voir, en particulier, le nouveau travail de Morgan (*Biol. Bull.*, t. X, 1906) pour le *Phylloxera*. Montgomery (*Biol. Bull.*, t. XII, 1907) parle du dimorphisme probable des œufs d'une araignée.

[1] *Verhdl. deutsch. Zool. Gesells.*, 1905 et 1906.
[2] Cf. *Revue annuelle de Zoologie*, 1904, p. 596.

lules où l'hypertrophie de l'un des éléments est manifeste : celle du noyau pour le spermatozoïde, du cytoplasme pour l'œuf; d'où l'idée que l'on pourrait agir sur les phénomènes de sexualité chez eux par les mêmes facteurs que chez les Protozoaires.

Trois séries de recherches ont été entreprises principalement dans ce but : Hertwig a cherché à influer sur le déterminisme du sexe chez les grenouilles, de diverses façons, surtout en fécondant des œufs soit incomplètement mûrs, soit ayant dépassé la maturité. Ce dernier cas rentre évidemment dans les conditions des expériences de Loeb et de Herbst, où un commencement de parthénogénèse expérimentale précède la fécondation.

Les résultats des deux séries d'expériences ne sont pas des plus nets. Hertwig croit cependant pouvoir en conclure qu'il y a augmentation du nombre des mâles[1].

Von Malsen[2] a opéré sur le *Dinophilus apatris*, où, comme Korschelt l'a montré, il y a deux catégories d'œufs, les uns, petits, produisant des mâles, les autres, gros, produisant des femelles. Le sexe est donc fixé dès l'état d'œuf. L'ovogénèse, étudiée par von Malsen, montre que les ovules définitifs ont absorbé pendant leur croissance un certain nombre de cellules-sœurs, plus considérable dans le cas des œufs femelles. L'auteur a établi des cultures de *Dinophilus* à diverses températures, et le résultat a été qu'à température élevée (26°) on obtient une proportion notablement plus forte d'œufs mâles; les femelles fournissent des pontes se succédant plus rapidement et plus petites. Il interprète en admettant que l'accélération de l'activité sexuelle est plus considérable que l'augmentation de la nutrition; en raison de cette nutrition insuffisante, l'ovogénèse se fait surtout sur le type mâle. L'action de la température serait donc indirecte. D'ailleurs, la famine à température normale a donné les mêmes résultats que l'élévation de température avec nutrition normale.

La troisième série d'expériences, relative à un cas tout différent, a été faite par Issakovitch[3] sur des Daphnies. Ces Cladocères se reproduisent le plus habituellement par parthénogénèse, et Weismann avait cru montrer qu'il y avait un cycle régulier, composé d'un certain nombre de générations parthénogénétiques, auxquelles succédait assez régulièrement une génération bisexuée. Les expériences d'Issakovitch montrent, au contraire, qu'il n'en serait pas ainsi et que (comme des expériences faites il y a quelques années en France par de Kerhervé l'avaient déjà indiqué) on obtiendrait à volonté d'abord les mâles, puis les femelles à œufs fécondables, en abaissant la température[1]. Ici encore, donc, celle-ci interviendrait et, d'après Issakovitch, par l'intermédiaire de la nutrition en modifiant les conditions de l'ovogénèse. Ces deux cas sont dominés, en somme, par les conditions particulières, analogues, de l'ovogénèse.

En regard de ces expériences, il n'est pas sans intérêt de mettre celles de Punnett[2] sur l'*Hydatina*.

Ce Rotifère a déjà servi aux expériences bien connues de Maupas et de Nussbaum. Le premier de ces auteurs avait conclu qu'une température élevée provoquait la formation des mâles; le second, que c'était la nutrition qui était le facteur déterminant. Contrairement à l'un et à l'autre, Punnett déclare le déterminisme du sexe chez l'*Hydatina* indépendant des facteurs externes et lié seulement à des causes internes. Ni la température, ni la nourriture n'auraient d'influence.

2. *Parthénogénèse naturelle.* — Les cas reconnus de parthénogénèse chez les Insectes sont de plus en plus nombreux; Ssilantjew[3] vient encore d'en signaler un nouveau cas chez un Coléoptère, l'*Otiorhynchus turca*. Gordon[4], après Henneguy, en tente une classification qui montre la complexité des phénomènes observés.

Nous ne dirons ici qu'un mot des modifications qui se présentent, chez les œufs d'Insectes non fécondés, lors de la maturation et du développement. Excepté chez l'*Aphis* et quelques cas exceptionnels, il y a trois globules polaires (le premier s'est divisé en deux) qui ne sont pas expulsés. Nous avons, dans une revue précédente, fait connaître l'assertion de Petrunkewitch sur le rôle fécondant du deuxième globule polaire, qui s'unirait, chez les œufs non fécondés d'abeilles, avec la moitié du premier pour donner le tissu d'où sort ensuite le testicule. Castle regarde les œufs d'abeille à maturité comme mâles (non fécondés, ils donnent des mâles); le deuxième globule polaire serait femelle, et il suppose que tous les spermatozoïdes dérivés de lui sont femelles aussi (en fécondant les œufs, ils donnent des femelles); il

[1] En tout cas, ces expériences l'ont conduit à des constatations intéressantes sur l'évolution de la glande sexuelle des Batraciens, confirmant certains résultats obtenus autrefois par Pflüger, et d'après lesquels beaucoup de têtards seraient hermaphrodites, pour devenir finalement mâles. Il y aurait lieu de répéter en divers points ces observations, sur lesquelles nous attirons l'attention.

[2] *Arch. für mikr. Anat.*, t. LXIX, 1906.

[3] *Arch. für mikr. Anat.*, t. LXIX, 1906.

[1] Les conclusions d'Issakovitch sont attaquées, dans une note parue pendant l'impression (*Zool. Anzeiger*, t. XXXII), par Strohl. Cet auteur a réétudié la succession naturelle des générations sexuée et asexuée chez un autre Cladocère, le *Polyphemus pediculus*. Il maintient la notion de *cycles* de Weismann et l'indépendance de ceux-ci par rapport aux facteurs externes tels que la température.

[2] *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXVIII, 1906.

[3] *Zool. Anz.*, t. XXIX, déc. 1905.

[4] *Mem. a. Proc. Manchester Lit. a. Phil. Soc.*, 1906.

est d'ailleurs plausible que les déterminants de l'autre sexe, apportés par le premier globule polaire, soient expulsés avec le pseudo-globule polaire décrit par Meves[1] dans la spermatogénèse (voir notre revue de 1904) et que Mark et Copeland[2], Doncaster[3] ont retrouvé.

Doncaster[4] a cherché à vérifier, chez les Tenthrèdes, les faits avancés par Petrunkewitch; il a bien vu les trois globules polaires et a observé, chez les œufs qui donneront des mâles, une fusion plus ou moins complète de deux d'entre eux; le noyau double de Petrunkewitch existe bien, mais finalement tout dégénère, sans former, par conséquent, un organe tel que les testicules.

Au point de vue des chromosomes, chez les Abeilles, il y a toujours réduction quantitative et qualitative; chez les Tenthrèdes, les œufs parthénogénétiques ne la présentent pas. Il en est de même chez les Aphides (miss Stevens), où il n'y a d'ailleurs qu'un globule polaire. En revanche, il y a réduction typique, pour les œufs qui seront fécondés et pour les spermatocytes, aussi bien chez les Tenthrèdes (*Nematus*) que chez les Aphides.

3. *Les caractères sexuels secondaires.* — A la question de la sexualité proprement dite, se rattache celle des caractères sexuels secondaires. Giard a, le premier, saisi les rapports étroits qui existent entre ceux-ci et l'état des glandes génitales; il a mis en évidence la généralité de la perturbation que la castration parasitaire apporte dans ces caractères. G. Smith[5], à propos de la Sacculine qui vit sur le Crabe *Inachus scorpio*, a fait de ces phénomènes une étude approfondie qui confirme pleinement les vues de Giard, et F. A. Potts[6] est arrivé à des résultats absolument parallèles pour les Pagures (*Eupagurus meticulosus*) parasités par des *Peltogaster*. Quel est le mécanisme de cette dépendance mutuelle? Bouin et Ancel, pour les Vertébrés, voient dans la glande interstitielle du testicule un organe ayant une autonomie réelle et agissant directement sur les caractères sexuels secondaires. M. Nussbaum[1] a fait à cet égard de très intéressantes expériences sur la grenouille (*R. fusca*). Les caractères sexuels secondaires du mâle (tubercule du pouce, hypertrophie musculaire de l'avant-bras) s'exagèrent périodiquement lors du rut. Nussbaum a montré que la castration totale du mâle supprime leur retour, mais non la castration uni-latérale. D'autre part, il introduit, sous la peau du dos d'un individu châtré, un fragment de testicule privé de toute connexion nerveuse ou vasculaire; ce fragment est résorbé progressivement, mais sa présence détermine la réapparition des caractères sexuels secondaires. D'où il faut conclure que ceux-ci sont bien sous la dépendance d'une sécrétion particulière du testicule. L'auteur croit prouver que cette action a lieu par l'intermédiaire du système nerveux; Pflüger[2], d'ailleurs, ne considère pas ses arguments à cet égard comme valables, mais, au point de vue qui nous occupe, c'est là une question secondaire.

§ 4. — Parthénogénèse expérimentale. Théorie chimique de la fécondation.

Au cours de nos revues des années précédentes, nous avons indiqué les progrès successifs de la parthénogénèse expérimentale et, dans la dernière[3], nous avons particulièrement insisté sur la méthode perfectionnée de Loeb pour imiter aussi parfaitement que possible l'action du spermatozoïde.

Dans cette méthode, on agit en deux temps au lieu d'un. Cette dissociation a permis à Loeb, dans une suite de travaux[4], de scruter de plus près les phénomènes, de façon à en dégager une théorie chimique de la fécondation.

Pour Loeb, l'effet essentiel de la fécondation, naturelle ou artificielle, est une mise en œuvre des oxydations dans l'œuf. Les enzymes nécessaires y existent déjà et ce n'est pas le spermatozoïde qui les introduit; ou bien leur action est empêchée par des anticorps que la fécondation annihile ou expulse (sécrétion au moment de la formation de la membrane), ou bien ils sont à l'état de proenzymes. Ces oxydations paraissent nécessaires pour la synthèse des composés nucléiques à partir des

[1] Le Mémoire détaillé de Meves sur les divisions maturatives des spermatocytes chez l'abeille a paru pendant l'impression de cette Revue (*Arch. f. mikr. Anat.*, t. LXX); de nombreuses et belles figures, offrant la précision cytologique habituelle à l'auteur, montrent toutes les phases du processus. On se rappelle que la première division expulse du spermatocyte une masse cytoplasmique non nucléée (correspondant au premier globule polaire), la seconde un corps nucléé représentant le second globule polaire. Meves interprète ces faits de la façon suivante : l'œuf *non fécondé* de l'abeille, d'où est sorti le mâle, quoique parthénogénétique, a expulsé *deux* globules polaires; ses tissus sont donc des cellules à chromatine réduite; la réduction est, par conséquent, déjà effectuée lors de la spermatogénèse; elle n'a plus à se produire: de là, dans les deux divisions maturatives, l'avortement de l'une des divisions nucléaires (la première); celle qui reste ne présente pas de réduction chromatique.

[2] *Proc. Amer. Acad.*, t. XLIII, 1906.

[3] *Anat. Anz.*, t. XXIX, 1905.

[4] *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. LI, 1907.

[5] *Fauna und Flora des Golfes von Neapel.* Monog. 29, 1906.

[6] *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. L, 1906.

[1] *Sitzungsber. Niederrh. Gesellsch.*, 1904 et 1906, et *Ergebn. Anat. und Entwick. gesch.*, t. XV, 1906.

[2] *Pflüger's Archiv*, t. CXVI, 1907.

[3] *Rev. gén. des Sc.*, 1906, p. 44.

[4] *Biochem. Zeitschr.*, t. I, p. 183, et t. II, p. 35 et 81, 1906; — *Univ. of Calif. Public. Pysiol.*, t. II, p. 147, 1905, et t. III, p. 1, 33, 39, 49, 1906; — *Pflüger's Archiv*, t. CXIII, 1906, et t. CXVIII, p. 30 et 181, 1907; — *Proc. Soc. for Exp. Biol. a. Med.*, t. IV, 1907.

constituants protoplasmiques (l'accroissement de la masse nucléaire, par rapport au cytoplasma, est, en effet, une des caractéristiques précoces et essentielles du développement de l'œuf); la formation de nucléines doit être une synthèse par oxydation. Loeb a vu que la formation de la membrane (provoquée par l'action d'un acide gras monobasique; 1er temps) est suivie de processus d'oxydation, car quand l'O est remplacé par l'H, ou bien quand son action est entravée par le KCAz, il ne se produit aucun début de développement[1]. L'action de l'eau de mer hypertonique (2e temps) a pour effet de *régler* ces processus d'oxydation, qui amèneraient rapidement la mort de l'œuf entouré d'une membrane, par production de substances toxiques. Dans ce deuxième temps encore, il n'y a action qu'autant que l'eau de mer contient de l'O libre. L'œuf fécondé est évidemment un strict aérobie[2].

Revenant en arrière, Loeb montre que, dans l'ancienne méthode de parthénogénèse artificielle, par simple élévation de la pression osmotique, il y a aussi formation (peu nette à la vérité) d'une membrane et superposition de deux actions, d'abord celle d'une faible élévation de la pression osmotique, et en plus d'une certaine concentration des ions hydroxyles.

Partant des faits acquis relatifs au rôle de l'O dans la mitose en général et à sa concomitance avec une modification de l'activité respiratoire, Mathews[3] analyse, de son côté, les phénomènes consécutifs à la maturation et au début du développement de l'œuf d'*Asterias*, et pense qu'une oxydase s'échappe du noyau au moment de la maturation; il s'attache à montrer que la production des asters, qui n'a lieu qu'en vie aérobie, dépend de trois facteurs : une centriole (probablement substance énergiquement réductrice), une oxydase et de l'O libre. D'après Mathews, il est probable que les méthodes de parthénogénèse artificielle agissent indirectement en produisant, peut-être aux dépens du noyau, une centriole dans le cytoplasme. De là une base pour les différences électrostatiques en potentiel que divers auteurs invoquent pour expliquer la figure astrale.

Les moyens de production de la membrane autour de l'œuf sont à l'ordre du jour. La méthode de Loeb a été vérifiée de divers côtés. Lefevre[1] l'a même généralisée, puisqu'il obtient le développement des œufs de *Thalassema melita* en employant non seulement des acides organiques, mais encore des acides inorganiques dilués ($HCl, CO^2, AzO^3H, SO^4H^2$). Dans ce cas, point même n'est besoin de recourir au deuxième temps; pourtant les résultats de Lefevre sont certainement les plus satisfaisants qui aient été obtenus jusqu'ici avec les Annélides[2].

Dans ses expériences d'hybridation, dont nous parlons d'autre part, Kupelwieser[3] a montré qu'en employant du sperme de moule (ou d'échinoderme) à une certaine concentration, qu'il soit vivant, tué par la chaleur ou même filtré après la mort, on obtient la production d'une membrane autour des œufs de *Strongylocentrotus* et qu'elle jouit des mêmes propriétés que celle obtenue avec les acides gras.

Loeb[4], de son côté, a obtenu un résultat très inattendu en découvrant dans le sang de certains Géphyriens (*Dendrostoma* et *Sipunculus*) une substance capable de produire une membrane; elle est probablement de nature albuminoïde (l'ébullition la détruit) et elle agit à une dilution supérieure à 1.000.

Il nous faut encore mentionner divers travaux relatifs à la superposition de la fécondation naturelle et de l'action des substances amenant la parthénogénèse expérimentale. B. Moore, Roaf et Whitley[5], dans le but de trouver des analogies avec les anomalies cellulaires cancéreuses, ont fait agir de petites quantités d'alcalis ou de sels alcalins (tels que phosphate disodique), dans les milieux où se développent des œufs fécondés d'*Echinus*; la croissance et la division cellulaire sont accélérées, avec tendance marquée à l'irrégularité dans la forme et les dimensions des cellules résultantes, à la formation de cellules plurinucléées, rappelant certaines des formes décrites dans les tumeurs malignes.

Tennent et miss Hogue[6] ont fait une compa-

[1] Un des phénomènes les plus précoces est la formation d'asters. Par une analyse très délicate, en superposant la parthénogénèse artificielle et la fécondation par le sperme, Loeb (*Arch. f. Entw.-Mech.*, t. XXIII, 1907) montre que cette formation est secondaire aux processus chimiques.

[2] Durant l'impression de cette revue, Delage, dans des Notes successives (*C. R. Acad. Sciences*, 22 juillet, 26 août, 23 septembre), apporte une série d'interprétations et de faits nouveaux. Sans entrer, pour le moment, dans le détail complexe de ses résultats, notons d'abord qu'il met en doute (*contra* Loeb) le rôle de l'oxygène comme facteur *déterminant* de la parthénogénèse chez les Echinodermes. D'autre part, il a obtenu des résultats excellents par des solutions *isotoniques* à l'eau de mer; on peut réussir avec une solution pure de sucre sans adjonction d'électrolyte. Il a enfin établi avec précision un procédé qui donne des résultats réguliers et excellents, par l'action de solutions convenables d'acides et d'alcalis, — en particulier de tannin et d'ammoniaque, — les premiers agissant comme *coagulants*, les seconds comme *dissolvants* des colloïdes protoplasmiques. Delage possède actuellement plusieurs Oursins d'origine parthénogénétique ayant achevé leur métamorphose.

[3] *Amer. Journ. of Physiol.*, t. XVIII, 1907.

[1] *Journ. Exper. Zool.*, t. IV, 1907.

[2] Voir en particulier l'intéressant travail de Scott : *Journ. Exper. Zool.*, t. III, 1906.

[3] *Biol. Centralbl.*, t. XXVI, 1906.

[4] *Univ. of Calif. Public.*, *Physiol.*, t. III, p. 57, 1907, et *Pflüger's Archiv*, t. CXVIII, p. 36.

[5] *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXVII B.

[6] *Journ. Exp. Zool.*, t. III, 1906.

raison soignée des premiers stades de l'évolution des œufs d'*Asterias Forbesii*, traités soit uniquement par la méthode à l'acide carbonique de Delage, soit par cette méthode suivie d'une fécondation par spermatozoïdes. Dans un cas comme dans l'autre, le *nombre* des chromosomes du premier fuseau de segmentation reste le même; mais ils diffèrent notablement : dans le premier cas, ils sont univalents; dans le second, ils sont bivalents (il y a conjugaison ou synapsis des chromosomes de l'œuf et de ceux du spermatozoïde). Enfin, à condition de faire intervenir la fécondation au moment propice, il n'y a pas de différence dans les asters des deux catégories d'œufs.

§ 5. — **Géographie Zoologique. — Faunes.**

Une masse imposante de documents zoogéographiques est constituée par les publications actuellement en cours des nombreuses expéditions maritimes. Un volume du *Travailleur* et du *Talisman*[1] a paru récemment, ainsi que divers Notes et Mémoires sur les campagnes du Prince de Monaco et plusieurs fascicules de la *Siboga-Expeditie*. Les volumes de la *Deutsche Tiefsee-Expedition* (Valdivia) se succèdent rapidement et se distinguent par le luxe des planches, la variété des points de vue auxquels les matériaux sont étudiés; ce n'est plus exclusivement une publication faunique. C'est le monde bathypélagique surtout qui y est richement représenté et particulièrement fertile en formes nouvelles. Parmi les groupes récemment publiés, signalons les Ostracodes (G. W. Müller), qui tenaient si peu de place dans les expéditions antérieures, les Ptéropodes (Meisenheimer) et surtout les Poissons (Brauer).

De ces derniers, la partie systématique seule a paru, accompagnée de planches magnifiques; sur 60 genres et 151 espèces bathypélagiques, 14 genres et 51 espèces sont nouvelles.

Une véritable floraison de documents sur les régions antarctiques s'épanouit à la suite des diverses expéditions de ces dernières années. L'aînée de toutes, la *Belgica*, a déjà donné lieu à de nombreux Mémoires. De l'Expédition Charcot, avec le *Français*, grâce à laquelle notre pays est représenté dans ce mouvement, ont paru déjà une série de fascicules[2]; les collections renferment une très forte proportion d'espèces nouvelles intéressantes et les zoologistes ne peuvent que souhaiter voir se réaliser le projet du Dr Charcot de diriger une nouvelle expédition dans l'Antarctique. Un gros volume de documents zoologiques a paru sur les collections de la *Discovery* (*National Antarctic Expedition*, 1901-1904); plusieurs fascicules de celles du *Gauss* (*Deutsche Süd-Polar Expedition*) ont également vu le jour; l'expédition écossaise (*Scotia*) et l'expédition suédoise ont communiqué déjà diverses Notes. Le problème de la bipolarité recevra de toutes ces publications une lumière considérable. Il y est d'ailleurs discuté presque partout.

Un document d'un ordre tout spécial et particulièrement intéressant nous est fourni par le Mémoire que Lo Bianco[1] a consacré aux effets de l'éruption du Vésuve (avril 1906) sur la faune du golfe de Naples. La connaissance approfondie que lui donne de cette faune, de ses localisations, etc., une exploration quotidienne depuis trente ans, la continuité journalière de cette exploration pendant et après l'éruption, lui ont permis la récolte de faits nombreux et très suggestifs. L'éruption a agi sur les animaux marins par l'effet mécanique de la pluie de cendres prolongée. Ces cendres ont été longtemps en suspension et ont formé aussi une couche épaisse sur le fond. La plus brutale des conséquences a été l'anéantissement du plankton, dont la reconstitution a été très lente; une perturbation profonde a été constatée dans les mœurs des animaux plus vigoureux; beaucoup de formes nocturnes furent un instant diurnes; beaucoup de celles qui vivent enfoncées dans la vase ou le sable sortirent de leurs retraites; beaucoup d'espèces, enfin, subirent des pertes considérables en individus; tels les Hydraires, les Ascidies, les Oursins, dont on ne pêchait plus dans un grand rayon que des cadavres, etc. C'est la première fois qu'un phénomène d'une pareille ampleur a été scientifiquement étudié dans ses détails.

Il y aurait beaucoup à glaner dans les recherches sur les faunes terrestres; combien nos connaissances sont encore lacunaires se vérifie à chaque instant. Une exploration à Sumatra d'un naturaliste, G. Schneider[2], n'a pas fourni moins de 25 espèces de Mammifères qui n'avaient pas encore été signalées dans cette île, sur un total d'une centaine qui y étaient connues. Le livre de Schillings (*Mit Blitzlicht und Büchse*), dont le succès a été si vif, n'est pas seulement un récit de chasses, mais un document considérable sur la biologie des Mammifères, d'autant plus précieux que, pour beaucoup d'espèces, l'heure de l'extinction n'est peut-être pas très éloignée.

Parmi les milieux constituant un aspect nettement individualisé de la nature, les cavités souterraines (grottes, cavernes, etc.), sont un des mieux délimités. Il a été déjà publié sur elles de nom-

[1] Paris, 1907, Masson.
[2] Masson, 1907.

[1] *Mitth. Zool. Stat. Neapel*, t. XVIII, 1906.
[2] *Zool. Jahrb., Syst.*, t. XXIII, 1906.

breux mémoires et même des livres d'ensemble; au sujet des faits constatés, beaucoup d'affirmations d'ordre général ont été émises qui, parfois, sont contradictoires. Il est donc évident qu'une étude méthodique et critique, appuyée sur des explorations et des documents considérables, peut fournir des résultats excellents. C'est ce qu'a entrepris, depuis plusieurs années, Racovitza, en s'aidant de collaborateurs pour l'étude des matériaux, et il en commence aujourd'hui[1] la publication; lui-même examine, au seuil de cette série de Mémoires, le problème sous ses divers aspects, soumettant à la critique les faits et toutes les théories générales ou partielles émises.

II. — Zoologie spéciale.

Un grand nombre de mémoires sur des groupes particuliers renferment des faits intéressants pour l'Anatomie comparée, l'Embryogénie ou la Biologie. Nous nous bornerons à signaler ceux qui offrent un intérêt général.

§ 1. — Protozoaires.

Comme toujours, les travaux sur les Protozoaires tiennent une place importante. Nous signalerons d'abord le Mémoire de Nirenstein[2] sur la digestion des Infusoires, qui, confirmant dans ses grandes lignes une courte Note antérieure de Metalnikoff, paraît bien résoudre une certaine contradiction entre les résultats observés *in vivo* et *in vitro*. La vacuole qui entoure les particules nutritives a une réaction acide (due à un acide *minéral* libre), notée par les divers observateurs, dans une première période, pendant laquelle la proie est simplement tuée; elle est suivie d'une réaction alcaline qui correspond à la sécrétion d'une diastase et à la digestion des aliments. Or, les diastases extraites des Amibes (Mouton), des Infusoires (Mesnil et Mouton), tout récemment encore des Myxomycètes (Pinoy[3]), également des Actinies, sont voisines des trypsines et agissent surtout bien en milieu neutre ou légèrement alcalin; elles réalisent *in vitro* le deuxième temps d'action.

La question, soulevée par Schaudinn, d'une relation entre Hématozoaires endoglobulaires et Hémoflagellés, celle, connexe, de l'évolution des Hémoflagellés chez les Invertébrés, continuent à être à l'ordre du jour. Les travaux de Minchin, Gray et Tulloch[4], de Novy, Mc Neal et Torrey[5] ne sont nullement en faveur de ces idées; ils concordent en montrant que les Insectes suceurs de sang ont, dans leur tube digestif, des Flagellés qui, sans doute, leur sont *propres* et n'ont aucune relation avec les Trypanosomes du sang. En tout cas; leur présence constitue une cause d'erreur dont il faut tenir grand compte dans la recherche de l'évolution des formes du sang chez l'Invertébré.

Pourtant, à côté des cas au moins douteux, il y en a d'autres où l'existence d'un développement chez l'Invertébré n'est pas contestée : par exemple, les Trypanosomes et Trypanoplasmes des Poissons, chez les Hirudinées, d'après les observations de Keysselitz[1] et surtout les expériences de Brumpt[2]; sans doute aussi le *Piroplasma* (ou *Leishmania*) *donovani*, qui se développe chez la Punaise de l'Inde, d'après Patton[3]. Brumpt[4] vient même de signaler des cas d'infection héréditaire chez l'Invertébré (ex. : *Trypanosoma inopinatum* de la *Rana esculenta* et *Helobdella algira*).

Ed. et Ét. Sergent, dans leur récent Mémoire sur les Hématozoaires d'Oiseaux[5], n'ont pas apporté de faits nouveaux en faveur de la thèse de Schaudinn; mais ils ont démontré expérimentalement le rôle d'un Hippoboscide du Pigeon (*Lynchia maura*) comme second hôte de l'*Hæmoproteus columbæ*. Pourtant, passé le stade ookinète, on ne retrouve plus le parasite chez l'insecte; peut-être y existe-t-il à un état extrêmement petit, capable de traverser certaines bougies filtrantes. Ce rôle d'un Hippoboscide a été confirmé, au Brésil, par Aragão[6]; il a, de plus, découvert que la multiplication schizogonique de l'hématozoaire, jusqu'ici vainement cherchée, se fait dans le poumon du pigeon.

En regard de tous les cas où le passage d'un hôte à l'autre se fait grâce à la piqûre du Vertébré par l'Invertébré, suivant le type classique de l'hématozoaire du paludisme, il faut maintenant placer celui de certaines Grégarines, que Léger et Duboscq[7] ont prouvé expérimentalement être *digénétiques*, les *Aggregata*; elles accomplissent leur évolution schizogonique dans le cœlome des Crustacés, puis passent dans le tube digestif d'un Céphalopode, grand consommateur de Crustacés, en même temps que leur hôte, et c'est là que se fait l'évolution sexuée, sporogonique; celle-ci n'est autre chose que les prétendues Coccidies des Céphalopodes; Moroff[8] avait montré, d'autre part, qu'elles doivent être rattachées aux Grégarines.

---

[1] *Arch. Zool. Expér.*, (sér. 4), t. VI, 1907.
[2] *Zeitschr. f. allg. Physiol.*, t. V, 1905.
[3] *Thèse Fac. Sc. Paris* et *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXI, 1907.
[4] *Proc. Roy. Soc.*, t. LXXVIII, B, 1906.
Journ. of Inf. Diseases, t. III et IV, 1906, 1907.

[1] *Arch. f. Protistenk.*, t. VII, 1906.
[2] *C. R. Soc. Biologie*, t. LX et LXI, 1906.
[3] *Sc. Mem. by Off. of the Med. and San. Departm. Gov. of India*, n° 27, 1907.
[4] *C. R. Soc. Biologie*, t. LXIII, 1907.
[5] *Ann. Inst. Pasteur*, t. XXI, 1907.
[6] *Brazil medico*, 1907.
[7] *C. R. Acad. Sc.*, t. CXLII; *C. R. Soc. Biol.*, t. LX, 1906.
[8] *C. R. Acad. Sc.*, t. CXLII, 1906.

Jusqu'à ces dernières années, on ne connaissait rien de certain au sujet des processus sexuels dans une des deux sous-classes de Sporozoaires, celle des Endosporés ou Néosporidies. Nous [1] avons fait connaître une copulation presque isogamique précédant la formation des spores chez les Actinomyxidies et, depuis, Mercier, dans des Notes préliminaires [2], a annoncé des faits analogues pour les Myxo- et les Microsporidies. Schröder [3], chez une Myxosporidie, n'a vu d'acte sexuel, proprement dit (karyogamique), qu'à la fin de la maturation de la spore : il y a union des deux noyaux de son germe amiboïde, et cette constatation est d'accord avec quelques observations anciennes. Mais il est permis de supposer que, avant toute sporulation, il y a union de plasmodes ou au moins échange de noyaux, car Schröder a remarqué un dimorphisme nucléaire dans les plasmodes et il a vu, au début de chaque pansporoblaste, deux noyaux de taille différente.

Nous ne signalerons notre groupe des Haplosporidies [4], dans les Sporozoaires, qu'en raison du nombre toujours croissant de formes qu'il englobe, parmi lesquelles il convient de citer un parasite humain, le *Rhinosporidium kynealyi* de Minchin et Fantham [5].

Chatton [6] et Dogiel [7] ont découvert, indépendamment l'un de l'autre, une série de faits très curieux sur le cycle des Péridiniens pélagiques ; entre autres, le parasitisme inattendu de certains d'entre eux, soit dans des œufs de Copépodes pélagiques, soit dans le tube digestif de ces Copépodes ou sur des Appendiculaires.

Le cycle évolutif d'un certain nombre de Protozoaires a été complété ou précisé, par exemple celui des Opalines [8], dont il paraît fixer d'une façon décisive la position systématique. Les kystes expulsés par les Grenouilles adultes sont absorbés par les têtards, et il en sort des individus ciliés qui se divisent pour donner de petits éléments allongés, en massue, uninucléés, avec des cils longs et assez rares ; *ils ont tous les caractères des Flagellés* ; ils se conjuguent deux à deux.

Les Opalines étaient de ces quelques formes pour lesquelles on peut hésiter, au point de vue de leur place taxonomique, entre les Flagellés et les Ciliés. Les termes de passage entre Rhizopodes et Flagellés sont, au contraire, nombreux. Citons à ce propos le travail de Robertson [1] sur le *Pseudospora volvocis*, dont le cycle évolutif comprend des formes flagellées, amiboïdes, radiées. L'idée de Doflein de diviser les Protozaires en deux groupes, dont l'un comprend uniquement les Infusoires ciliés, apparaît de plus en plus exacte.

[1] *Arch. f. Protistenk.*, t. VI, 1905.
[2] *C. R. Soc. Biologie*, t. LX et LXI, 1906.
[3] *Verh. Naturhist.-mediz. Ver. Heidelberg*, t. VIII, 1907.
[4] *Arch. Zool. Expér*, 4e série, t. IV, 1905.
[5] *Quart. Journ. of Micr. Sc.*, t. IL, 1905. BEATIE : *Journ. Path. a. Bakt.*, 1906.
[6] *C. R. Acad. Sc.*, t. CXLIII et CXLIV, 1906 et 1907.
[7] *Mith. Zool. Stat. Neapel*, t. XVIII, 1906.
[8] NERESHEIMER : *Sitzungsber. Ges. f. Morph. u. Physiol. München*, 1906 ; *Arch. f. Protistenk.*, Suppl. I, 1907.

§ 2. — Métazoaires.

1. *Cœlentérés.* — Il paraît bien que doivent rentrer définitivement dans ce groupe deux formes considérées jusqu'ici comme des Mésozoaires et qui avaient particulièrement attiré l'attention, le *Trichoplax* et le *Treptoplax*. Les observations de Krumbach [2], qui, d'ailleurs, ont déjà été résumées dans cette *Revue* (1907, p. 389), semblent bien prouver que le *Trichoplax* est un état appartenant au cycle évolutif d'une Méduse du genre *Eleutheria*, provenant d'un Hydraire du genre *Clavatella*. Le *Treptoplax* appartiendrait à un type voisin. Restent à préciser les conditions dans lesquelles se produisent ces formes asexuées et si elles peuvent faire retour au type polype ou méduse.

Les Méduses ont encore fait l'objet d'un intéressant travail. Il s'agit des *Cunina* qui, à certaines phases, sont parasites d'autres Méduses, telles que les *Carmarina*. Leur cycle évolutif, compliqué encore de polymorphisme, a donné lieu à de nombreuses discussions et est encore insuffisamment connu. Stschelkanowsew [3] vient de faire une étude approfondie de celui de la *Cunina proboscidea*. Metchnikoff avait décrit autrefois, sous le nom de sporogonie, un processus aberrant de formation de jeunes individus à l'intérieur de cette Méduse. D'après Stschelkanowsew, il s'agit là du développement, hors de l'ovaire, dans les tissus de la mère, d'un ovule fécondé par un spermatozoïde qui ressemble à une cellule migratrice [4]. La génération ainsi produite reste à l'état de Méduses rudimentaires, simples sacs bourrés de produits génitaux et tout différents de la *Cunina* qui leur a donné naissance. D'autre part, l'auteur a pu vérifier, par des observations précises, que, comme l'avait supposé Metchnikoff, les *Cunina proboscidea*, sous leur forme parfaite, proviennent des bourgeons des formes parasites que l'on trouve dans le manubrium des *Carmarina hastata*. Il reste encore à suivre le premier développement de ces formes parasitaires. Il est très vraisemblable que ce sont

[1] *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. IL, 1905.
[2] *Zool. Anz.*, t. XXXI, 1907.
[3] *Mitth. Zool. Stat. Neapel*, t. XVII, 1906.
[4] M. METCHNIKOFF (*communication verbale*) n'admet pas cette interprétation, et s'en tient à celle qu'il a donnée. Il a vu, d'une façon formelle, ce processus de reproduction chez des *Cunina* ♂, ce qui est incompatible avec l'opinion de Stschelkanowsew.

les larves produites par les Méduses rudimentaires qui viennent infecter la Carmarine. Le cycle des *Cunina proboscidea* se compose donc de deux générations dimorphes alternant régulièrement.

2. *Plathelminthes.* — Enregistrons les résultats du travail de Keeble et Gamble[1] sur les cellules vertes de *Convoluta roscoffensis*. Ce sont, suivant eux, des algues de la famille des *Chlamydomonadinæ*, pourvues à l'état libre de quatre flagelles (genre *Carteria*), et qu'ils ont pu isoler. Les jeunes *Convoluta* naissent incolores et les auteurs ont pu réaliser la synthèse de l'association avec l'algue. Chez l'adulte, les cellules vertes auraient un noyau dégénéré et ne pourraient plus vivre hors de l'animal; l'association serait d'abord une symbiose, puis un parasitisme de l'animal aux dépens du végétal.

Nous avons signalé[2] un travail de Reuss sur le développement des germes dans les sporocystes d'un Trématode (*Distomum duplicatum*); le point de départ des rédies ou des cercaires, serait d'après ce travail, une cellule unique ayant la valeur d'un ovule et émettant des globules polaires. Deux Mémoires contradictoires traitent la même question cette année. Dans l'un, Rossbach[3] étudie des sporocystes vivant dans les Paludines et les Limnées; il n'a pu rien retrouver qui corresponde aux globules polaires décrits par Reuss. Dans l'autre, Tennent[4] a suivi le cycle évolutif d'un sporocyste de l'huître (*Bucephalus haimeanus*); il a établi expérimentalement que l'adulte est le *Gasterostomum gracilescens* qui vit dans certains poissons (*Lophius piscatorius*, *Tylosomus marinus*); quant au développement des cercaires dans le sporocyste, il aurait pour point de départ une cellule pariétale qui émettrait d'abord des globules polaires, conformément à la description de Reuss.

Parmi les formes curieuses des Plathelminthes, il y a lieu de mentionner l'extension de nos connaissances sur les Némertiens pélagiques. Plusieurs espèces ont été récoltées dans les campagnes du Prince de Monaco[5]; une autre a été décrite par Cravens et Heath[6].

Le groupe des Temnocéphales (parasites externes sur les Crustacés) n'avait été rencontré que dans l'hémisphère austral. Mrazek[7] viendrait d'en trouver un représentant au Monténégro sur l'*Atyaephyra Desmareti*; il est intéressant de noter que ce Crustacé appartient à un groupe vivant surtout sous les tropiques.

[1] *Quart. Journ. Micr. Science*, t. LI, 1907.
[2] *Revue ann. de Zool.*, 1904, p. 605.
[3] *Zeitsch. für wiss. Zool.*, t. LXXXIV, 1906.
[4] *Quart. Journ. Micr. Science*, t. IL, 1906.
[5] Voir Joubin : *Bull. Mus. Océan. Monaco*, 1906.
[6] *Zool. Jahr., Anat.*, t. XXIII, 1906.
[7] *Sizungsber. böhm. Gesells. Wiss.*, 1907.

3. *Nématodes.* — Nous avons insisté à deux reprises sur l'intérêt de la découverte (Looss) de la pénétration cutanée des larves d'Ankylostomes. Venant après celle de l'inoculation par les Moustiques des Filaires à embryons sanguicoles, elle pouvait faire supposer que la Filaire de Médine, dont le second hôte est un *Cyclops*, pénétrait aussi par la peau. Il n'en est rien, d'après les observations de Leiper[1]; il a reconnu qu'une solution d'acidité comparable à celle du suc gastrique amène l'éclosion des larves, arrivées à leur développement chez le *Cyclops*; elles se mettent à nager très activement. L'infection d'un singe a été réalisée par la voie buccale.

4. *Annélides.* — Les types que l'on groupe souvent, d'une façon peut-être très artificielle, sous le nom d'Archiannélides (*Dinophilus*, *Protodrilus*, *Polygordius*, *Saccocirrus*) ont donné lieu, ces derniers mois, à toute une floraison de recherches. Pierantoni[2] a réussi à obtenir, de l'œuf jusqu'à la larve éclose, le développement des *Protodrilus* et *Saccocirrus*, et cela a permis d'écarter des résultats paradoxaux qui résultaient, pour le premier de ces genres, de travaux antérieurs de Repiachoff. L'ovogénèse du *Saccocirrus* a été étudiée par Hempelmann[3], et par van Gaver et Stéphan[4]. Ces auteurs, indépendamment les uns des autres, ont constaté que des spermatozoïdes, cheminant à travers les tissus de la femelle, pénètrent dans les ovules, avant la maturité de ceux-ci, à des stades de très jeunes ovocytes, disent même van Gaver et Stéphan, et il y a là, en tout cas, un curieux phénomène dont les détails sont encore à fixer. Ces derniers auteurs pensent, en effet, que ces spermatozoïdes sont ultérieurement résorbés, et cela s'accorderait avec les observations de Pierantoni. Le volumineux Mémoire de Salensky[5] porte sur l'anatomie et le développement des diverses formes[6], et reprend à peu près toutes les questions pendantes. Nous en extrairons seulement quelques faits relatifs à la forme larvaire du *Polygordius*. Salensky a, en effet, observé à Sébastopol des larves intermédiaires entre la forme classique, décrite par Hatschek, et la curieuse forme (*Endolarve* = larve de Loven) étudiée récemment par Woltereck[7]; ces diverses formes larvaires appartiennent à des espèces dont la distinction même est douteuse, et leur diversité est un fait de pœcilogonie extrêmement intéressant. Salensky est amené, par

[1] V. *British med. Journ.*, 1907.
[2] *Mitth. Zool. Stat. Neapel*, t. XVII et XVIII, 1906.
[3] *Zool. Anz.*, t. XXXI, 1906.
[4] *C. R. Soc. Biol.*, t. LXI, 1906, et t. LXII, 1907.
[5] *Mém. Acad. Saint-Petersb.* (série 8.), t. XIX, 1907.
[6] V. également pour l'anatomie du *Polygordius* : Hempelmann, *Zeitsch. für wiss. Zool.*, t. LXXXIV, 1906.
[7] Cf. *Rev. ann. de Zool.*, 1903, p. 618; 1906, p. 89.

ses constatations, à donner une interprétation plus simple des processus décrits par Woltereck, et à nier en particulier ce que Woltereck a appelé la *cœnoplasie*. Comme conclusion générale de son Mémoire, Salensky ne considère comme méritant le nom d'Archiannélides que les genres *Protodrilus* et *Polygordius*. Le *Saccocirrus* se rattache évidemment bien plus directement aux Chétopodes et le *Dinophilus* serait pour lui une forme de régression.

Cr. Shearer[1] a étudié les néphridies de ce dernier type et y a trouvé les solénocytes de Goodrich.

La bonne étude d'ensemble que Fage[2] a publiée sur les néphridies des Polychètes est une confirmation et une extension des résultats de Goodrich : la néphridie close à solénocytes (Phyllodociens, Nephtydiens, Glycériens) apparaît comme le type primitif; secondairement, elle s'ouvre dans le cœlome par un néphrostome étroit (Syllidiens, Hésioniens, Lycoridiens); ailleurs, enfin, elle se continue avec un pavillon génital qu'il y a lieu de regarder comme une partie morphologiquement distincte.

Nous aurions à signaler bien d'autres travaux sur les Annélides : nous nous bornerons à mentionner la revision, très complète et bien illustrée, des Clyméniens par Arwidsson[3], la monographie anatomique détaillée de Liwanow sur l'*Acanthobdella*[4], ce genre d'Hirudinées réétudié dans ces dernières années déjà par Kovalevsky, et surtout celle qu'Eisig[5] a consacrée à une Annélide parasite, l'*Ichthyotomus sanguinarius;* c'est une curieuse Polychète qui se fixe par des crochets buccaux, en forme de ciseaux articulés, aux nageoires des Anguillidés marins et surtout du *Myrus vulgaris*; le ver se nourrit du sang du Poisson qui, comme chez les autres animaux sanguicoles, est rendu incoagulable; c'est probablement de formes voisines des Syllidiens que dérive l'*Ichthyotomus* : le Mémoire d'Eisig, monographie anatomique minutieuse et riche en documents de tous genres, est en même temps une contribution importante à la connaissance morphologique des Annélides en général.

Enfin, nous signalerons une série de faits curieux sur la reproduction sexuée de types qu'on ne connaissait guère encore qu'à l'état asexué. C'est d'abord le *Ctenodrilus*, qui jusqu'ici n'avait jamais montré trace de produits génitaux et que Monticelli[6] a rencontré à Naples, hermaphrodite et vivipare, modifié d'ailleurs par un accroissement de la ciliation extérieure en une sorte de forme épitoque.

[1] *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. L, 1906.
[2] *Ann. Sc. Nat., Zool.* (sér. 9), t. III, 1906, et *Thèse* Fac. Sc. Paris.
[3] *Zool. Jahrb., System.*, t. XXV, 1906.
[4] *Zool. Jahrb. Anat.*, t. XXII, 1906.
[5] *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, Monog. 28, 1906.
[6] *Congr. Nat. ital.*, Milano, 1906.

J. A. Nelson[1] a, de même, observé des individus sexués d'*Aelosoma*, et Mrazek[2] a longuement étudié la sexualité des *Lumbriculus* dont les organes génitaux n'avaient été vus qu'exceptionnellement; c'est au printemps et en été que les organes sexuels se développent. L'auteur a trouvé 200 individus sexués sur 50.000 environ : et, ce qui est remarquable, c'est l'extrême variabilité qu'offre l'appareil génital, tant dans sa position que dans le nombre de ses parties.

5. *Bryozoaires*, *Phoronis*, etc. — Divers Mémoires parus sur les Bryozoaires n'apportent pas d'éléments très nouveaux, mais précisent ou confirment des données antérieures. Telle est l'étude très détaillée et magnifiquement illustrée que Kupelwieser[3] a faite du *Cyphonautes*, la larve du *Membranipora*; on y trouve une description anatomique très complète et une comparaison très nette de cette larve avec la trochophore, d'accord avec les idées généralement admises aujourd'hui; de même, le travail de Römer[4] sur le bourgeonnement, la dégénérescence et la régénération chez les Ectoproctes, en particulier chez les *Alcyonidium*, confirme d'une façon générale les notions actuelles. Seeliger[5] a fait une étude comparée des larves déjà connues d'*Alcyonidium* (Ectoprocte) et de *Pedicellina* (Endoprocte); nous en indiquerons la conclusion, qui tend à réunir les deux groupes et à réagir contre la tendance, prédominante dans ces dernières années, à les considérer comme tout à fait indépendants.

Nous avons, à plusieurs reprises, signalé les excellentes recherches de Sélys-Lonchamps sur les *Phoronis*. Il vient de publier[6] une monographie de cet animal, mise au point complète de toutes nos connaissances sur l'anatomie, le développement, les formes larvaires (*Actinotrocha*) et la systématique (des larves et des adultes); la compétence de l'auteur et l'étendue de son travail font de cette monographie un document fondamental et indispensable pour les nombreuses questions de morphologie auxquelles la considération du *Phoronis* est nécessaire. Nous avons déjà dit[7] quelles étaient les idées de l'auteur sur les affinités de ce type : elles ne se sont pas modifiées; le *Phoronis* lui apparaît comme apparenté à la fois aux Sipunculides et aux Bryozoaires Ectoproctes. Cet ensemble, au point de vue phylogénique, se rattacherait vraisemblablement aux Annélides. Il écarte, par contre, les affinités invoquées par divers auteurs avec les Entérop-

[1] *Ohio Naturalist*, t. VI, 1906.
[2] *Zool. Jahrb. Anat.*, t. XXIII, 1907.
[3] *Zoologica*, 1906.
[4] *Zeitsch. für wiss. Zool.*, t. LXXXIV, 1906.
[5] *Zeitsch. für wiss. Zool.*, t. LXXXIV, 1906.
[6] *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, Mon. 30, 1907.
[7] Cf. Revue ann. de Zoologie, 1906, p. 93.

neustes ainsi qu'avec le *Rhabdopleura* et le *Cephalodiscus*.

D'importants travaux étant en cours de publication sur ces derniers animaux, nous renvoyons à une revue ultérieure l'examen des faits récents signalés à leur égard. Nous nous bornons à mentionner le Mémoire de Ridewood[1] sur les deux espèces (*C. nigrescens* et *C. hoydsoni*) rapportées de l'Antarctique par la *Discovery*; elles offrent dans les mêmes colonies des individus hermaphrodites, des mâles et des femelles parfaitement semblables entre eux.

6. *Arthropodes.* — La révision que Bouvier a entreprise du groupe des Péripates[2] montre quelle extension nos connaissances ont reçue et recevront encore, vraisemblablement, par l'exploration des régions tropicales et australes : il est des plus intéressants, au point de vue de la morphologie générale, de suivre les séries de formes d'un type très homogène, comme le Péripate, dans les diverses régions, indépendantes les unes des autres, où on le trouve actuellement et où il a évolué. C'est un des sujets les plus favorables à une reconstitution phylogénique, en même temps qu'un des types du règne animal les plus intéressants en eux-mêmes; la monographie de Bouvier, appuyée sur l'étude directe des matériaux des principaux Musées et alliant une précision minutieuse à des vues générales, sera un document fondamental pour le groupe des Onychophores.

Un grand travail d'ensemble a été consacré par G. Smith[3] aux Crustacés Rhizocéphales, ces parasites si dégradés des Crustacés supérieurs. Il fait connaître quelques types nouveaux ou très mal étudiés jusqu'ici ; mais ses efforts ont principalement porté à compléter la connaissance du développement de la Sacculine. Malheureusement, il n'a pu saisir le moment même où le parasite pénètre dans son hôte (stade *Kentrogonide* de Delage); mais il a pu trouver un certain nombre de stades précoces de la Sacculine interne, et ses recherches mettent hors de contestation que la Sacculine passe par un état où elle n'est plus qu'un tube épithélial *sans aucune différenciation d'organe* ni même de tissus, et que l'on peut bien comparer pour la structure à la paroi d'un jeune sporocyste de Trématode. A cet état, elle émigre à travers la cavité viscérale du Crabe, de son point d'entrée vers l'intestin et le long de celui-ci jusqu'au point constant où elle fait saillie au dehors, à la face ventrale de l'abdomen. Pendant ces migrations, on assiste au développement graduel du système de racines et à la différenciation, vers une des extrémités, du *nucleus*, c'est-à-dire du groupe d'organes qui forment la Sacculine externe.

Les *Peltogaster* suivent une évolution interne analogue, dont un stade avait déjà été rencontré il y a une dizaine d'années par Schimkevitch. Cette régression totale des organes d'un Crustacé aussi différencié que la larve libre *Cypris*, et sa reconstitution *de novo*, sur une masse de tissus indifférenciés, restent un fait morphologique tout à fait isolé chez les Arthropodes. Il serait des plus intéressants de suivre des types de Rhizocéphales, où ces processus doivent être moins différenciés. On ne peut se défendre de comparer la production de la Sacculine externe à une blastogénèse, comme celle qui fournit le premier blastozoïde d'une colonie de Bryozoaires. L'analogie serait peut-être d'autant plus justifiée que certains *Peltogaster* (*P. socialis*), rares d'ailleurs, se présentent toujours sur leur hôte à l'état grégaire et proviennent vraisemblablement d'un bourgeonnement multiple sur le stade interne, ainsi que le suggère Smith. Le genre *Thylacoplethus*, décrit par Coutière, offrirait peut-être des faits du même ordre. La rareté habituelle des Rhizocéphales, autres que la Sacculine et les *Peltogaster* solitaires, est l'obstacle qui se dresse contre la solution de ces problèmes si intéressants; il faudrait trouver les stations, existant certainement, où ces divers types se rencontreraient en abondance, comme la *Sacculina neglecta* sur l'*Inachus scorpio* à Naples.

Nous avons mentionné, dans une autre partie de la revue, l'étude très pénétrante que Smith a faite de l'influence de la Sacculine sur les organes génitaux et les caractères sexuels secondaires de son hôte.

Margaret Robinson[1] a étudié en détail le développement du *Nebalia* et est amenée, comme antérieurement Metchnikoff et Claus, à la rapprocher des Malacostracés, en particulier des *Mysidæ*.

Parmi les travaux sur les Insectes, nous enregistrerons un Mémoire soigné de Friederich[2] sur la formation des feuillets chez les Coléoptères; nous y relèverons seulement une confirmation générale des résultats obtenus il y a quelques années par Lécaillon; en particulier, il a vérifié le fait signalé par cet auteur et par Heymons relativement à l'origine de l'intestin moyen; celui-ci est formé, non pas par l'endoderme, qui n'a d'autre rôle que la digestion du vitellus, mais par des ébauches provenant des parties initiale et terminale du tube digestif, lesquelles sont ectodermiques. Ce fait, qui a paru très surprenant quand il a été

[1] *National Antarctic Expedition*, t. II, 1907.
[2] *Ann. Sci. Nat., Zool.*, (sér. 9), t. II, 1905, et t. V, 1907.
[3] *Fauna und Flora des Golfes von Neapel*, Monog. 29, 1906.

[1] *Quart. Journ. Micr. Sc.*, t. L, 1906.
[2] *Abh. K. Leopold. Carol. Akad.*, t. LXXXV, 1906.

annoncé, peut être considéré comme acquis dans un certain nombre de cas.

Marchal[1], dont on se rappelle le beau travail sur la polyembryonie des Hyménoptères parasites, vient d'en publier un autre, non moins intéressant, sur le développement de types du même groupe, les *Platygaster*. Les larves de ces animaux, parasites d'autres Insectes tels que les Cécidomyes, ont une forme tout à fait aberrante, décrite autrefois par Ganin et rappelant par son faciès un Copépode. En étudiant plusieurs espèces du groupe, Marchal a constaté que cette forme larvaire n'est pas générale, qu'elle se rencontre dans les cas où l'amnios se rompt de bonne heure, tandis que, quand il persiste tard et joue un rôle nutritif (trophamnios), on a immédiatement une larve vermiforme du type normal. La larve cyclopoïde est donc une complication surajoutée, un fait d'hypermétamorphose, une adaptation fonctionnelle, nécessitée par la vie libre précoce du *Platygaster* (à l'intérieur de son hôte). Ainsi se trouve interprétée et rattachée aux autres types cette larve qui avait paru surprenante et avait donné lieu à des spéculations phylogéniques aventureuses. Le travail de Marchal, exécuté avec l'élégance et le soin habituels à l'auteur, fournit, en outre, une foule de renseignements précis et intéressants sur les mœurs des *Platygaster*, les conditions de leur ponte dans les Insectes qu'ils parasitent et les localisations qui en résultent pour l'endroit où se développe l'œuf; les débuts de ce développement, la segmentation, la formation de l'amnios et des feuillets ont été suivis en détail; comme chez les *Encyrtus*, les noyaux des cellules destinées à former l'amnios se distinguent de très bonne heure; l'endoderme primitif est tout à fait rudimentaire, fait corrélatif de la rareté du vitellus que cet endoderme a pour rôle de résorber dans ces groupes d'Insectes; le tube digestif définitif se forme chez les espèces à larves cyclopoïdes par une invagination dorsale ectodermique, que Marchal rapproche de l'organe dorsal des embryons d'Insectes et de Crustacés; les processus sont modifiés dans les espèces qui n'ont pas de larve cyclopoïde : tels sont quelques-uns des nombreux faits intéressants que renferme ce Mémoire.

7. *Tuniciers.* — Les Tuniciers ont fait récemment l'objet de plusieurs travaux méritant d'être mentionnés ici brièvement. C'est d'abord l'intéressante étude de Julin sur l'*Archiascidia neapolitana*[2]; puis un Mémoire de Korotneff sur l'embryologie du Pyrosome[3], où cet auteur a repris l'étude du début du développement de l'œuf (segmentation partielle discoïdale), de la formation des feuillets et de l'ébauche des organes du premier individu (cyathozoïde); il montre que les cellules folliculaires de l'œuf n'ont aucune part à la formation de l'embryon, contrairement aux idées émises par Salensky, mais servent de matériaux nutritifs aux blastomères; il réfute également un certain nombre d'interprétations (formation du cœlome, ébauche de notocorde) auxquelles ce dernier auteur avait été conduit par l'étude de matériaux dans un état de conservation insuffisant. Le Mémoire de G. Neumann[1] sur le *Doliolum*, fondé en partie sur les matériaux de l'expédition de la *Valdivia*, constitue un progrès notable de nos connaissances sur cette forme si intéressante. Dans le développement de l'oozoïde, Neumann a eu entre les mains des stades qui avaient manqué à Uljanin, et cela lui a permis de faire disparaître un résultat tout à fait paradoxal auquel ce dernier avait été conduit, par une erreur d'orientation de l'embryon; Neumann a étudié aussi le stolon prolifère et, relativement à sa composition, pu rectifier certaines conclusions d'Uljanin pour revenir à celles de Grobben; son travail renferme, enfin, de nombreux documents sur la migration des bourgeons, leur répartition sur le prolongement dorsal de l'oozoïde et leur différenciation polymorphe; disons seulement ici qu'en ce qui regarde le cycle évolutif, il confirme complètement Uljanin.

Signalons, parmi les publications de Ritter, celle[2] sur l'*Octacnemus*, ce Tunicier abyssal, rapproché des Salpes par les naturalistes du *Challenger* et qui n'avait été retrouvé qu'une fois depuis (Metcalf). Les matériaux étudiés par Ritter proviennent des dragages de l'*Albatros* dans les fonds du Pacifique; ils lui ont fourni d'importantes données nouvelles sur l'organisation de l'animal (cavité branchiale, etc.), d'où résultent des affinités avec les Ascidies plutôt qu'avec les Salpes.

Nous mentionnerons enfin le fait singulier signalé récemment par Kellner[3] d'embryons d'Appendiculaires (?) fixés sur la queue d'un *Oikopleura* et qui se développeraient comme des parasites.

8. *Vertébrés.* — Nous ne pouvons avoir la prétention d'inventorier ici la colossale littérature relative à ce groupe. Signalons donc seulement quelques travaux ou résultats.

D'abord, la très belle monographie que Bashford Dean[4] vient de publier sur les Chimères et leur développement. Il a pu faire sur les côtes de Californie, d'abondantes récoltes d'œufs de ces Pois-

[1] *Arch. Zool. Expér.* (sér. 4), t. V, 1906.
[2] *Mitth. Zool. Stat. Neapel*, t. XVI, 1904.
[3] *Ibid.*, t. XVII, 1906.

[1] *Ergebn. der deustch. Tiefsee-Expedition*, 1905.
[2] *Bull. Mus. Compar. Zool. Harv. Coll.*, t. XLVI, 1906.
[3] *Zool. Anz.*, t. XXXI, 1907.
[4] *Carnegie Instit.*, Publ. n° 32, 1906.

sons, si rares jusqu'ici, et retracer une histoire complète de leur évolution, de la fécondation jusqu'à l'adulte, accompagnée de magnifiques figures; ce Mémoire, où entrent en considération, en outre, nos connaissances actuelles sur la paléontologie du groupe, conclut que les Chimères sont des types moins primitifs que les autres Sélaciens, et qui sont dérivés vraisemblablement des Cestraciontes paléozoïques.

Sur le développement des Sélaciens, a paru aussi une nouvelle et longue étude de Dohrn[1], la vingt-cinquième, consacrée à l'histoire du nerf pathétique. L'objectif véritable de ces recherches est, en réalité, le problème de la morphologie générale de la tête des Vertébrés. Nous ne retiendrons ici que deux points particulièrement intéressants: d'abord que le nerf pathétique, purement moteur, procède d'une ébauche renfermant une partie ganglionnaire et, par suite, dérive phylogénétiquement d'un ou plusieurs nerfs mixtes. Cette constatation est importante parce qu'elle montre bien l'énorme difficulté qu'offre l'interprétation phylogénique des faits actuellement fournis par l'anatomie ou même le développement. En second lieu, cette étude amène Dohrn, jusqu'ici partisan des théories de Hensen sur l'origine des nerfs aux dépens de chaînes de cellules, à se rallier aux idees de His, Kölliker, etc., en harmonie avec la théorie du neurone.

En ce qui concerne le squelette céphalique, l'application de la méthode au bleu de méthylène imaginée par van Wijhe[2] a permis à cet auteur de distinguer dans la région occipitale l'ébauche de vertèbres cartilagineuses distinctes, qui avaient été vainement cherchées jusqu'ici et dont l'individualité est d'ailleurs extrêmement fugitive.

Le rein a été l'objet de plusieurs travaux importants, notamment celui de Borcea[3] sur les Sélaciens et celui de Guitel sur les Gobiésocides[4]; ce dernier montre d'une façon précise l'importance du pronéphros et sa persistance à l'état fonctionnel, même chez l'adulte, dans les neuf espèces étudiées.

Le mécanisme de l'histolyse des tissus larvaires dans la métamorphose des Batraciens (et aussi des Muscides) a été réétudié par Mercier[1] à l'aide d'une méthode ingénieuse pour déceler les phagocytes, qui consiste à leur faire absorber préalablement des grains de carmin. Il conclut à une phagocytose leucocytaire précoce.

L'étude des Mammifères présente encore de nombreux problèmes à résoudre, même parmi les questions qui, au premier abord, devraient sembler élucidées depuis longtemps; les discussions qui se sont produites à propos de l'existence ou de l'absence de la cavité pleurale chez les Eléphants[2] en sont la preuve.

Parmi les découvertes récentes de la paléontologie des Mammifères, les plus intéressantes sont peut-être celles qu'a fournies l'Egypte, relativement aux Cétacés; diverses formes, notamment un type de l'Eocène Moyen, le *Protocetus atavus*[3], ont une dentition se rapprochant nettement de celle des Créodontes. C'est donc dans ce groupe qu'il faut chercher la souche des types de Mammifères marins actuellement si modifiés.

Cela nous amène, pour terminer, à appeler l'attention sur les travaux qui utilisent les connaissances approfondies, que nous avons de l'anatomie comparée des Vertébrés, à l'étude méthodique de leurs adaptations à des genres de vie spéciaux, sur les déductions que l'anatomie permet de tirer relativement à l'éthologie présumée d'un groupe. A cet égard, les travaux de Dollo[4] sont parmi les plus ingénieux. Nous nous contenterons de signaler ici le Mémoire qu'il a publié sur les Poissons rapportés par la *Belgica* de l'Antarctique, et une Note où, tirant parti d'une étude minutieuse faite récemment par Bönninghaus[5] sur l'appareil auditif des Cétacés et son adaptation à la plongée, Dollo retrouve des dispositions absolument parallèles chez les Ichthyosaures, ce qui peut faire présumer chez ces animaux une adaptation analogue.

M. Caullery,
Professeur adjoint
à la Faculté des Sciences de Paris.

F. Mesnil,
Chef de Laboratoire
à l'Institut Pasteur.

[1] *C. R. Assoc. Anatom.*, 1907.
[2] *Arch. Zool. Expér.*, (sér. 4), t. IV, 1906.
[3] *Ibid.*, t. IV, 1906.
[4] *Arch. Zool. Expér.*, (sér. 4), t. V, 1906.

[1] *Mith. Zool. Stat. Neapel*, t. XVIII, 1907.
[2] *C. R. Acad. Sc.*, 1907, *passim*.
[3] *Cf.* Abel : *Verhdl. deustch. Zool. Gesells.*, 1905.
[4] *Bull. Soc. Belge Géologie*; *Bull. sci. France et Belg.*, etc., *passim*.
[5] *Zool. Jahrb.*, *Anat.*, t. XX, 1904.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Andoyer (H.), *Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Cours d'Astronomie.** *Première partie*: **Astronomie théorique.** — 1 *vol. grand in-8° de* 221 *pages autographiées avec figures.* (*Prix* : 9 *fr.*) *A. Hermann, éditeur. Paris*, 1907.

L'Astronomie n'est pas une science nouvelle ; aussi est-elle très riche en traités plus ou moins complets. Les étudiants et les professionnels peuvent se satisfaire avec les ouvrages de MM. Baillaud, Brunnow, Caspary, Faye, Gruey, etc., pour ne citer que les plus classiques, écrits ou traduits en français. Un nouveau livre sur la matière doit donc se justifier par l'autorité de l'auteur ou un plan d'exposition inédit. C'est assurément sous ce double patronage que l'éditeur A. Hermann présente le Cours d'Astronomie professé à la Sorbonne par M. Andoyer.

En 221 pages autographiées, partagées en XV chapitres très substantiels, le lecteur peut s'assimiler les méthodes fondamentales de l'Astronomie et ses principaux résultats. Pas de répétitions, des renvois aux formules générales, et l'auteur parvient ainsi à condenser et exposer très clairement son sujet.

La Trigonométrie sphérique sert naturellement d'introduction. Elle est appuyée sur des définitions très générales, auxquelles correspondent ensuite les relations usuelles et classiques. Aussi brièvement que possible, quelques exemples numériques précisent la signification des formules différentielles. Si le lecteur souligne, dès les premières pages, la simplicité du style et l'accumulation des idées, il sera bien préparé aux chapitres qui suivent.

« L'objet principal du Cours est l'étude des mouvements célestes apparents... » Or, que faut-il essentiellement posséder dans l'étude d'un mouvement ? Ce sont les coordonnées et l'origine même de celles-ci. Par conséquent l'auteur, va successivement exposer ces questions fondamentales sous les titres : La Terre ; Coordonnées astronomiques, Temps ; Changements de coordonnées ; Mouvement diurne. Toutes les formules utiles sont groupées avec un art et une concision qui retiennent l'attention. La suite du Cours n'en sera plus qu'une application continue. C'est ainsi que la Parallaxe; l'Aberration; la Précession et la Nutation, précédées de Notions de Mécanique céleste, se gravent dans l'esprit de l'étudiant comme corollaire méthodique des changements de coordonnées. Les Positions apparentes des Astres suivent naturellement.

L'étude particulière des mouvements du Soleil et la mesure du temps ; les mouvements géocentriques des Planètes ; le mouvement de la Lune et des satellites, viennent compléter l'exposé des phénomènes principaux que le Système solaire offre à l'œil de l'observateur et soumet à la sagacité des plus illustres philosophes et géomètres.

Deux chapitres peuvent se classer en dehors. L'un est personnel à l'auteur, Réfractions astronomiques, et l'autre, Eclipses, expose la théorie classique des passages d'astres les uns devant les autres, d'où les Eclipses — Soleil et Lune; Occultations — Etoiles et Lune —; Passage de Mercure, de Vénus sur le Soleil ; l'avant-dernier phénomène présente un caractère actuel puisqu'il se reproduira en novembre prochain.

La théorie des réfractions astronomiques pourrait rester dans le domaine de la Physique et fournir seulement à l'astronome les relations indispensables pour la réduction des observations. En fait, beaucoup de praticiens utilisent les tables usuelles sans discuter leurs bases, ni les théories de Laplace, Bessel, etc. A la suite des beaux travaux de M. Radau, M. Andoyer a donné une théorie élémentaire de la Réfraction. Exposée d'abord dans le *Bulletin Astronomique*, elle a pris la forme du Cours dans le chapitre VI, d'où l'enseignement en tirera le meilleur profit.

A l'unité de coordination si remarquable de ce Cours, doivent s'ajouter pour le jeune astronome les exemples numériques qui fixent le sens parfois imprécis des formules et guident sûrement le débutant. L'auteur, assurément trop modeste, n'a pas voulu accorder une telle ampleur à son ouvrage ; peut-être ne faut-il pas trop le regretter. Toute œuvre digne de ce nom croît et se développe par approximations successives. Il est juste qu'un astronome qui applique journellement cette méthode de travail prêche d'exemple et apporte le Traité après le Cours. A celui-ci revient le mérite de donner rapidement une vue d'ensemble de l'Astronomie ; c'est la première étape du chercheur. La seconde se fera avec le Traité que nous souhaitonset que nous avons le droit d'attendre.

A. Lebeuf,
Directeur de l'Observatoire de Besançon

Pollachi (Capitaine P.), *Détaché à l'Etat-Major de l'Armée, Service géographique.* — **Les Echelles métriques des Cartes géographiques, topographiques et marines, et Règle graduée supprimant les calculs de ces échelles.** — 1 *brochure de* 32 *pages. Chapelot et Cie, éditeurs. Paris*, 1907.

Les cartes et fragments de cartes (*géographiques, topographiques et marines*) ne donnent pas toujours l'échelle métrique à laquelle ils ont été établis ; pour déterminer ces échelles, il faut les calculer d'après les longueurs graphiques de la projection ou d'après une longueur donnée.

La règle graduée supplée à tous ces calculs et donne à simple lecture l'échelle métrique.

Cette règle a été construite de telle façon que les graduations donnent, d'un côté, la longueur graphique d'un arc de 1° en latitude correspondant aux échelles métriques supérieures à 1/200.000, et, de l'autre côté, la longueur graphique de 10′ en latitude correspondant aux échelles métriques comprises du 1/40.000 au 1/300.000.

Les longueurs graphiques ont été calculées d'après la longueur réelle d'un arc de 1° en latitude, à hauteur du parallèle moyen de 45°.

2° Sciences physiques

Stokes (Sir G. G.). — **Memoir and Scientific Correspondence,** *selected and arranged by* Joseph Larmor, *Secrétaire de la Société Royale de Londres.* — 2 *vol. in-8° de* 476 *et* 508 *pages avec planches.* (*Prix*: 30 *fr.*) *University Press, Cambridge*, 1907.

Après la mort de Stokes, on retrouva dans ses papiers une série de notes inédites sur divers sujets de Philosophie naturelle, ainsi qu'une correspondance très étendue qu'il avait reçue de la plupart des savants de son époque. Les amis et les élèves de l'illustre physicien anglais ont eu la pieuse pensée de publier un choix de ces documents; ils ont chargé de ce travail M. Joseph Larmer, qui s'en est acquitté avec beaucoup de soin et de compétence. Les deux volumes qu'il présente aujourd'hui au public contribueront à préciser l'influence que Stokes a exercée sur le développement de la Physique dans la seconde moitié du XIXe siècle; l'esquisse

de sa vie, qui ouvre le tome premier, montrera, d'autre part, quelle était la haute personnalité morale du savant anglais. L. B.

Cambon (Victor), *Ingénieur des Arts et Manufactures, ex-fabricant de Colles et de Gélatines.* — **Fabrication des Colles animales.** — 1 *vol. in-8° de 216 pages, avec 50 figures. (Prix : 6 fr.) Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

Il est toujours agréable de lire un ouvrage écrit par un auteur très compétent dans la matière qu'il traite; mais la satisfaction est encore plus complète lorsque l'horizon s'élargit au delà du sujet particulier, de manière à permettre au lecteur de mettre à profit des observations et des conseils d'ordre général.

M. Cambon a décrit dans son livre les procédés et les appareils *modernes* qui sont utilisés pour la fabrication des colles animales. Son expérience spéciale lui permet d'appeler l'attention des intéressés sur un grand nombre de détails dont il signale l'importance pratique, non sans humour quelquefois. Et quoique, suivant l'usage en pareil cas, il n'ait pas révélé absolument tout ce qu'il sait, ceux qui cherchent à se documenter sur cette fabrication auront grand intérêt à consulter ce qu'il a publié, soit sur les différentes phases du travail avec leurs méthodes de contrôle, soit sur l'organisation générale de l'établissement[1].

Mais ce qu'il y a, je crois, de plus intéressant dans son livre, c'est l'*Introduction* avec la *Conclusion*. M. Cambon a voyagé et travaillé en Allemagne. Il en a profité pour étudier les tendances de ce peuple et pour observer, non seulement comment nos voisins fabriquent la colle, mais aussi quelle est la situation générale de leur industrie. Dans sa *Conclusion*, il compare l'esprit de cette industrie et les conditions dans lesquelles elle se développe avec l'esprit qui règne trop souvent dans la nôtre et avec les conditions qui lui sont faites; faut-il ajouter que cette comparaison n'est pas à notre avantage? En quelques pages d'une limpidité parfaite et d'une exactitude irréfutable, l'auteur expose ces choses, sur lesquelles on n'insistera jamais trop et que tout Français instruit devrait connaître et méditer. Quand, dans notre pays, on permet par hasard à la vérité de sortir de son puits, on a généralement soin de la draper de manière à la rendre méconnaissable. M. Cambon a le courage de laisser paraître la déesse dans toute sa vigoureuse nudité; ceux qui aiment sincèrement leur pays lui sauront gré de sa franchise, et ceux qui connaissent l'étranger partageront tout à fait sa manière de voir. Il est seulement regrettable que le titre trop spécial du livre ne soit pas fait pour engager beaucoup de personnes à le lire, car bien d'autres que des fabricants de colles pourraient y puiser des enseignements précieux et y trouver un guide et un stimulant pour le plus grand avantage de leurs propres affaires et des affaires de la France en général.

G. Arth,
Directeur de l'Institut chimique de Nancy.

3° Sciences naturelles

Maheu (J.), *Préparateur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.* — **Contribution à l'étude de la Flore souterraine de France.** — 1 *vol. in-8° de 189 pages avec pl. Extr. des Ann. des Sc. nat., Bot., t. III. 9e sér. Masson, éditeur. Paris*, 1907.

Si, comme le dit M. Maheu lui-même, son travail n'a pas « la prétention de donner une connaissance parfaite de la flore souterraine », il en donne néanmoins une très large idée et se distingue, notamment, par l'abondance des faits, étudiés avec ordre, méthode, et un esprit philosophique tout à l'éloge de l'auteur.

Une foule de points des plus intéressants y sont abordés, sinon approfondis et tranchés d'une manière définitive; quantité d'observations des plus judicieuses ont reçu des confirmations expérimentales.

Au point de vue de la connaissance de la flore souterraine, le travail de M. Maheu constitue un document des plus importants; c'est par là un catalogue raisonné considérable, mais l'auteur a su introduire le plus d'intérêt dans les principales questions résolues par lui d'une manière définitive, et qui touchent :

1° A l'origine de la flore souterraine;

2° Aux modifications subies par les végétaux sous l'influence des changements de milieux;

3° Aux variations morphologiques et aux actions des facteurs cavernicoles sur les organes de la reproduction (notamment chez les Champignons).

L'auteur a fait preuve d'un véritable sens critique en résistant au courant qui entraîne certains botanistes, au sujet des distinctions spécifiques nouvelles. Par suite des variations imposées aux formes par le milieu, M. Maheu a été obligé de leur donner des noms nouveaux; mais, à l'exemple d'Huxley, il ne se trompe pas sur la véritable nature spécifique des formes, n'oubliant pas « qu'il s'agit simplement dans leur dénomination de termes et de symboles ».

Dans le chapitre consacré à l'Historique, l'auteur constate que les travaux sont surtout nombreux en ce qui concerne les Champignons, et que rares sont ceux qui s'adressent aux Muscinées et aux Phanérogames.

Vient ensuite une liste très détaillée des cavités, grottes, avens, mines et carrières explorées, la plupart en France, quelques-unes en Allemagne, en Italie et en Belgique.

Dans la deuxième partie, l'auteur débute par des considérations générales sur la flore souterraine, dont « les modifications morphologiques et anatomiques sont en rapport avec les variations de milieu. L'obscurité partielle ou continuelle, la température basse ou variable, sont, ainsi que la pauvreté du substratum en matières nutritives, les principaux facteurs biologiques auxquels on peut attribuer le polymorphisme, notamment l'altération dans les facultés de reproduction ». L'auteur passe ensuite en revue les différents embranchements du règne végétal.

On trouve, parmi les plantes vasculaires (Phanérogames et Cryptogames vasculaires), qui ne descendent jamais très bas, sinon des espèces ou variétés nouvelles, tout au moins des variations morphologiques et histologiques importantes. Les déformations morphologiques sont en rapport avec la diminution dans l'éclairement et l'état hygrométrique de l'air. Les plantes ont une tendance marquée à l'allongement, qui se fait sentir surtout sur les pétioles et les tiges; les feuilles s'espacent sur la tige, les nervures s'élargissent; il y a une réduction du système pileux; enfin, la denture va jusqu'à s'oblitérer complètement.

L'auteur attribue les causes de ces modifications : 1° à la réduction de l'intensité lumineuse (les variations histologiques étant en rapport avec la largeur et la profondeur du gouffre); 2° à l'état hygrométrique de l'air; 3° à la température ambiante.

Les Hépatiques et les Mousses préfèrent le substratum gypseux, alors que les Lichens affectionnent plus volontiers, au contraire, le carbonate de chaux.

L'auteur étudie avec beaucoup de détails, dans les différentes régions, la dispersion géographique des Muscinées cavernicoles, puis passe en revue les variations morphologiques, et en donne de nombreuses figures schématiques. Enfin, grâce à ses recherches expérimentales, il étudie la part qui revient à chaque facteur biologique : *obscurité, température, humidité*, et conclut que l'influence des deux facteurs obscurité et humidité est intimement liée dans les cavernes.

Les gouffres ne semblent pas convenir au développement des Algues, et l'auteur touche à la question secondaire, mais très intéressante, de la contamination des eaux d'infiltration par les bactéries.

[1] M. Cambon me permettra de lui signaler quelques lapsus qui se sont glissés dans les formules chimiques des pages 139 et 140, et qui seront à corriger dans les prochaines éditions que je souhaite au volume.

Enfin, un très long chapitre est réservé aux Champignons, qui abondent surtout dans les galeries de mines, où les bois de soutènement, plus ou moins altérés, leur offrent un substratum convenable, et dans les cavernes naturelles, quand celles-ci renferment des végétaux en voie de décomposition.

L'auteur constate que les Champignons sont plutôt calcicoles que silicicoles et préfèrent le carbonate au sulfate de chaux.

Après avoir donné la liste des Champignons rencontrés dans les différentes localités, l'auteur résume les variations polymorphiques qui attaquent l'espèce non seulement dans sa forme, mais dans sa fonction de reproduction.

Ces variations sont : l'allongement du stipe, l'atténuation de la couleur (surtout dans les espèces jaunes et rouges), la déformation de l'hyménophore, la disparition de la faculté sporifère, la production de conidies.

« Pour la plupart des classes considérées, l'individu persiste pendant un certain temps à l'endroit où il s'est développé ; il peut s'y multiplier par voie végétative, conservant les modifications qu'il a acquises. Mais l'hérédité n'étant pas possible (exception qui semble cependant exister pour quelques rares Champignons), la fixation des caractères acquis n'est pas durable. L'individu disparu peut être remplacé par d'autres, de même espèce ; provenant de germes extérieurs, mais ceux-ci ont à recommencer toute la gamme des variations. »

Enfin, l'auteur termine par cette conclusion intéressante en ce qui concerne le polymorphisme observé : « Il résulte, dit-il, que l'obscurité continuelle, la température basse et variable, mais surtout l'état hygrométrique de l'air sont, ainsi que la pauvreté du substratum en matière nutritive, les principaux facteurs biologiques auxquels on peut attribuer les polymorphismes. »

Le travail de M. Maheu est complété par un grand nombre de figures schématiques et en relief ; il est regrettable que la couleur ne soit pas venue les rendre encore plus réelles.

Enfin, une bibliographie très soignée termine cet ouvrage que tout le monde lira avec facilité, intérêt et fruit.

L. Laurent,
Docteur ès sciences,
Chargé d'un Cours libre de Paléobotanique à la Faculté des Sciences de Marseille.

Woodworth (C. W.). — **The wing veins of Insects.** — *Une monographie de* 152 *pages avec* 101 *figures dans le texte* (*University of California publications, Technical Bulletins. College of Agriculture, Agricultural experiment Station, vol. I, n°* 1). *The University Press, Berkeley, California, U. S. A.*, 1907.

Le présent travail est un essai en vue d'établir une théorie générale de la nervation de l'aile des Insectes, qui joue un rôle si important dans la détermination des espèces ; M. Woodworth pense qu'il n'y a pas lieu d'établir une stricte homologie entre les nervures des différentes classes d'Insectes, car il y a eu des modifications sans nombre dans le trajet et les connexions des nervures ; il n'est donc pas utile de rechercher une nomenclature uniforme ; quelques termes pourront être communs sans inconvénients, mais chaque groupe doit avoir sa nomenclature propre.

Les nervures sont dues à un épaississement de la cuticule suivant certaines lignes, renfermant une cavité cylindrique communiquant avec la cavité du corps, et où peuvent passer du sang, des trachées, des nerfs, etc. ; ces épaississements, qui ont un rôle mécanique évident, peuvent s'aplatir ou même disparaître dans les régions où ils ne sont plus utiles ; leur utilité fonctionnelle est la raison importante de leur existence (?).

L'auteur accepte la théorie bien connue de Gegenbaur, qui pense que les ailes sont des branchies trachéennes modifiées ; une étape intermédiaire entre la branchie et l'aile fonctionnelle pourrait être constituée par les lamelles protectrices de branchies trachéennes, telles qu'elles existent chez quelques larves d'Ephémères, notamment le *Rithogena* ; ces lamelles, qui sont animées de mouvements vibratoires, ont une nervation rudimentaire, et rappellent tout à fait des ailes en voie de développement.

L. Cuénot,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

4° Sciences médicales

Bourget (Louis), *Professeur de Clinique médicale à l'Université de Lausanne.* — **Les maladies de l'estomac et leur traitement.** — 1 *vol. in-8° de* 300 *pages, avec* 12 *planches et* 14 *figures dans le texte.* (*Prix* : 5 *fr.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1907.

Dans ce volume, M. Bourget a réuni les leçons cliniques faites à l'Université de Lausanne sur le mode d'examen et le mode de traitement des gastropathes. C'est bien là un livre de clinique et de pratique. L'auteur rejette systématiquement les classifications hybrides des affections de l'estomac basées à la fois sur la symptomatologie, l'anatomie pathologique et la physiologie ; il montre combien ces classifications sont fausses et correspondent peu à la réalité clinique.

M. Bourget expose d'une façon très simple les procédés d'examen clinique et chimique de l'estomac ; laissant de côté les méthodes compliquées qui n'aboutissent pas à un résultat pratique, il indique seulement celles dont il se sert journellement et dont on peut attendre une conclusion utile au diagnostic. On trouvera là de bonnes leçons de séméiotique, avec la manière de diriger l'interrogatoire, de faire l'examen de l'abdomen, de déterminer la situation, la forme et les dimensions de l'estomac, d'apprécier, par l'analyse du suc gastrique après repas d'épreuve, la sécrétion stomacale.

L'examen doit aboutir à reconnaître non point une maladie de l'estomac, mais la déviation fonctionnelle de la physiologie gastrique ; car l'examen mène à une thérapeutique, et celle-ci ne vise point la maladie elle-même, mais le trouble physiologique.

Au premier rang des moyens thérapeutiques, l'auteur place la psychothérapie et montre comment on arrive à la mettre en œuvre par le raisonnement et l'autosuggestion. Pour tous les gastropathes sans lésions de l'estomac, qui constituent la majorité, cette méthode de traitement est indispensable ; elle est même la seule efficace, les autres médications n'agissant guère que par suggestion.

Viennent ensuite l'hydrothérapie, l'électrothérapie, les médications acides et alcalines, les médications par les ferments digestifs, les narcotiques, le lavage de l'estomac, dont l'auteur restreint l'emploi et qu'il préfère souvent remplacer par certaines manœuvres qu'il désigne sous le nom d'autolavages.

M. Bourget donne un développement considérable à la question des régimes alimentaires qui constituent la base de la thérapeutique des gastropathies : il montre comment utiliser les notions modernes sur la valeur énergétique et la digestibilité des aliments, et insiste sur la nécessité d'une bonne préparation culinaire.

Enfin, M. Bourget étudie séparément, au point de vue étiologique, symptomatique, thérapeutique : les ptoses et malpositions de l'estomac, les gastrites, les processus ulcératifs, les tumeurs, les troubles gastriques dans les différentes maladies. Ces questions sont traitées avec le même esprit clinique et pratique qui fait du livre de M. Bourget un traité peut-être sans grandes envolées, un peu terre à terre, mais à coup sûr sincère et utile au praticien.

M. Labbé
Médecin des Hôpitaux,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 7 Octobre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **M. Riesz** généralise un théorème de M. Schwarz, qu'il exprime ainsi : Toute fonction continue elle-même et admettant une dérivée seconde continue et une dérivée quatrième généralisée partout nulle est un polynome de troisième degré. — M. **J. Bosler** a observé et photographié le spectre de la comète Daniel 1907 *d*. Les clichés révèlent le spectre ordinaire des hydrocarbures avec un maximum d'intensité vers λ 469, puis deux bandes du cyanogène et quelques radiations étrangères. — M. **P. Helbronner** donne quelques détails sur l'exécution d'une chaîne géodésique de précision dans les Alpes de Savoie.

2° Sciences physiques. — M. **M. Hamy** montre que, dans les spectroscopes à miroir, on obtient un champ d'images aussi plan et aussi étendu que possible en disposant le centre N de la face de sortie du dernier prisme du train, entre le miroir et le milieu F du rayon de ce miroir passant par N, à une distance de F égale à 0,154 de la longueur focale. — M. **H. Pécheux** a étudié l'influence de la présence de métaux étrangers dans le nickel sur sa thermo-électricité. Les courbes des forces électromotrices des couples nickel impur-cuivre ne sont pas parallèles; la température de transformation moléculaire du nickel varie avec l'impureté. — M. **M. Tiffeneau** montre que les migrations phényliques chez les iodhydrines aromatiques s'effectuent en deux phases : l'une, provoquée par l'élimination de HI, a pour effet la migration du groupe aromatique avec création d'une double liaison; l'autre consiste simplement dans l'isomérisation de l'alcool vinylique intermédiairement formé.

3° Sciences naturelles. — M. **M. Caullery** montre que les Epicarides, dès les premières heures de leur éclosion, recherchent les Copépodes pour y passer à l'état de Micronisciens. Ceux-ci ne sont donc bien, comme l'a dit Sars, que les phases larvaires des divers Epicarides, comprises entre le stade épicaridien et le stade cryptonisicien. — M. **E.-L. Trouessart** a constaté la présence de Sarcoptides détritiicoles (Tyroglyphinés) dans les os longs de l'aile d'oiseaux de Colombie; ils y avaient pénétré du vivant des oiseaux, probablement par les bronches et les sacs aériens. — M. **Edg. Hérouard** a observé l'existence de statoblastes chez le scyphistome; ils paraissent destinés à assurer la conservation de la forme larvaire. — M. **A. Guépin** montre la nécessité de faire des cultures pour la recherche du gonocoque dans la plupart des affections uro-génitales, la bactérioscopie étant souvent insuffisante. — M. **R. Viguier** décrit quelques nouvelles plantes fossiles du tratersin de Sézanne.

Séance du 14 Octobre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Buhl** présente ses recherches sur la sommabilité des séries de Laurent et généralise le théorème de sommabilité de Césaro. — M. **Et. Delassus** étudie les invariants des systèmes différentiels et montre que le nombre des formes canoniques distinctes d'un même système différentiel est toujours limité. — M. **T. Boggio** démontre un nouveau théorème sur les équations intégrales. — M. **G. Bigourdan** signale le passage de Mercure devant le Soleil qui aura lieu le 14 novembre prochain et indique les observations auxquelles se prêtera ce passage.

2° Sciences physiques. — M. **J. Meunier** étend la méthode dont il s'est servi pour analyser les mélanges d'éther et d'air à l'analyse des mélanges d'air et de gaz ou vapeurs inflammables quelconques. — M. **N. Gréhant** montre que, dans le dosage des mélanges de formène et d'air contenant 5 à 1 % du premier, avec l'eudiomètre-grisoumètre, il faut faire passer 200 à 400 fois le courant dans la spirale de platine afin que la combustion soit complète. — M. **A. Brochet** a étudié les réactions de la cuve de nickelage. Le dépôt de nickel demande la neutralité du bain; la présence de sels alcalins est nécessaire pour obtenir un bon dépôt. — MM. **M. Tiffeneau** et **Daufresne** ont préparé un alcool vinylique, le méthylanisyléthénol, par l'action successive de l'acétate de potassium sec en solution alcoolique, puis de la potasse alcoolique, sur le dibromure d'estragol. Il fond à 79°.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Henry** a tiré des recherches de König et Brodhun sur la photométrie une nouvelle loi psychophysique. La proportionnalité de l'énergie du courant électrique du nerf à l'énergie excitatrice extérieure est vérifiée; mais l'énergie de réaction musculaire (réflexe), après avoir grandi dans le même sens que la sensation, passe par un maximum et décroît. — M. **P. Vigier** montre que, chez les Muscides, chaque ommatidie reçoit, non pas une impression lumineuse diffuse, mais sept impressions distinctes, correspondant à sept points voisins situés dans l'aire centrale d'une petite image renversée. — M. **J. Tribot** a constaté, chez l'avoine, un maximum du poids total de la plante qui a lieu vers le soixante-quatorzième jour, la courbe du poids ayant la forme indiquée par Quételet pour la variation du poids de l'homme. Le maximum de poids coïncide avec le maximum de taille. — MM. **Dubard** et **Eberhardt** décrivent un nouvel arbre à caoutchouc trouvé au Tonkin; il rentre dans le genre *Bleekrodea*, tribu des Fatouées, famille des Moracées; on n'en connaît que deux autres espèces, l'une à Bornéo, l'autre à Madagascar.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 8 Octobre 1907.

MM. **A. Poncet** et **R. Leriche** montrent, par de nombreux cas, que les déformations ostéo-articulaires essentielles de la croissance : scoliose, genu valgum, pied plat douloureux, coxa vara, etc., sont souvent d'origine tuberculeuse. — MM. **Wickham** et **Degrais** communiquent un travail sur le traitement des nævi vasculaires (taches de vin) par le radium. — M. **G. Patein** lit une étude concernant l'influence de la réaction du plasma sanguin sur la formation de la fibrine. — M. **J. Gourdon** présente un travail sur une nouvelle classification des scolioses des adolescents.

Séance du 15 Octobre 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **A. Doyon**, associé national.

M. **E. Boinet** montre qu'il n'y a pas d'antagonisme vrai entre la tuberculose pulmonaire et le cancer des divers organes. La coexistence de ces deux affections n'est pas exceptionnelle, car il a trouvé onze fois de la tuberculose pulmonaire dans trente-cinq autopsies du cancer de l'estomac, de l'œsophage et du pancréas. Les descendants des cancéreux sont prédisposés à la tuberculose pulmonaire. — Le même auteur signale un nouveau signe de l'anévrisme de la crosse de l'aorte, caractérisé par l'abaissement, l'inféro-traction et l'immobilisation du larynx en bas, ainsi que par la déviation et la torsion à gauche de cet organe. — M. **H.**

Vincent estime que, dans certains cas de tétanos post-opératoire inexpliqués, on peut incriminer l'emploi de catgut ou de soie mal stérilisés, qui auraient apporté dans la plaie des bacilles tétanigènes. Il montre, d'autre part, que le sang extravasé (sous forme de caillot ou d'hématome) peut, en l'abritant dans son réseau fibrineux, favoriser la multiplication du bacille du tétanos. Pour le traitement préventif du tétanos survenu dans ces conditions, il faut réitérer au moins deux ou trois fois, à huit ou dix jours d'intervalle, les injections de sérum antitétanique. — MM. **V. Cornil** et **Brossard** ont enlevé à un homme adulte de dix-neuf ans un tératome des bourses renfermant un utérus et une trompe situés entre les deux testicules dans la tunique vaginale. — M. **Coutière** donne lecture d'un travail sur les prétendues glandes venimeuses des Murédinées. — M. **Léger** présente une étude sur le touraillon d'orge et son alcaloïde, l'hordénine, et leur emploi en thérapeutique.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 12 Octobre 1907.

M. **O. Josué** rappelle que les injections intra-veineuses d'adrénaline déterminent de l'hypertrophie cardiaque en même temps que l'athérome aortique. — M. **G. Meillère** a observé que l'inosite se rencontre plus fréquemment dans les tissus végétaux à croissance rapide; elle constitue un élément normal du parenchyme végétatif des organes foliacés des végétaux supérieurs. — MM. **A. Desgrez** et **G. Saggio** ont constaté que, si la toxicité de l'acétone est faible, celle de l'acide diacétique est double, et celle de l'acide β-oxybutyrique triple. L'administration répétée des composés acétoniques provoque une diminution de volume des urines, un amaigrissement marqué, un appauvrissement de l'organisme en éléments minéraux. — MM. **P. Le Noir** et **J. Camus** ont recherché le bacille de Koch dans l'air des salles occupées par des tuberculeux à l'hôpital Saint-Antoine et ne l'ont pas trouvé. — M. **A. Marie** a vu qu'en passant par le cerveau du chien, le virus de la rage des rues, loin de s'affaiblir, semblait fixer sa virulence plus rapidement qu'à la suite de passages dans l'encéphale des rongeurs. — M. **A. Besredka** développe une théorie de l'anaphylaxie dans le sérum de cheval. — MM. **A. Calmette**, **M. Breton** et **G. Petit** ont constaté que l'ophtalmo-réaction à la tuberculine apparaît lorsque l'organisme est sensibilisé par des doses faibles de poison, mais qu'elle ne se produit plus lorsque l'organisme en est saturé. La réaction conjonctivale se réveille, chez les sujets sains ou tuberculeux, sous l'influence d'une injection sous-cutanée de tuberculine. — M. **E. Marchoux** conclut, de ses expériences, à l'unité d'origine de toutes les septicémies à spirilles, au moins chez les oiseaux. — M. **J. Lemaire** signale la reviviscence de la cuti- et de l'oculo-réaction à la tuberculine quand, après une première réaction, on pratique une injection sous-cutanée de tuberculine, celle-ci suivie d'une réaction thermique. — MM. **J. Lépine** et **R. Charpenel** ont essayé l'ophtalmo-réaction à la tuberculine chez des malades atteints de démence précoce; la tuberculose, décelée par cette nouvelle méthode, paraît être très fréquente. — M. **Jungano** a isolé, dans un cas d'affection rénale d'origine sanguine, un anaérobie strict qu'il nomme *B. Albarrani*. — M. **F. Dévé**, en faisant ingérer à un écureuil vingt anneaux murs de ténia échinocoque, a constaté à l'autopsie, soixante-sept jours après, la présence de trente-trois kystes hydatiques disséminés dans les deux poumons. — MM. **F. Dévé** et **M. Guerbet** rapportent un cas de suppuration gazeuse spontanée d'un kyste hydatique du foie; on y a trouvé exclusivement des germes anaérobies. — M. **M. Neveu-Lemaire** signale un nouveau cas de parasitisme accidentel d'un Myriapode (*Scutigera coleoptrata*) dans le tube digestif de l'homme; l'animal avait provoqué de la diarrhée et fut rendu dans l'une des selles. — MM. **G. Guillain**, **L. Boidin** et **N. Fiessinger** ont constaté que le sérum d'un malade convalescent d'œdème charbonneux de la face possédait une action préventive très nette pour le lapin; il renfermait un ambocepteur spécifique et manifestait un pouvoir phagocytaire net. — M. **G. Froin** présente une théorie du mécanisme régulateur des leucocytoses intra- et extra-vasculaires. — MM. **O. Crouzon** et **J. Soubies** montrent que le froid et l'humidité de l'air interviennent, pour une large part, dans la production de l'hyperglobulie des aéronautes. — M. **Laignel-Lavastine** a reconnu que le tuberculeux au début relativement apyrétique (dont la température centrale ne dépasse pas 38°) présente une diminution de sa capacité chlorurée.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 20 Juin 1907 (fin).

M. **A. Fowler** présente ses recherches sur le *spectre cannelé de l'oxyde de titane*. Il montre que les cannelures du spectre du titane, qui se retrouvent dans le spectre des étoiles antariennes, sont produites par un composé du titane avec l'oxygène et non par la vapeur du métal lui-même. Il en résulte que la source de l'absorption cannelée, dans les étoiles antariennes, est à une température assez basse pour permettre la formation d'un composé chimique; d'autre part, la présence de l'oxygène dans ces étoiles est ainsi démontrée. L'auteur donne, en terminant, une table revisée et étendue des longueurs d'onde des têtes des cannelures du spectre du titane. — MM. **E.-H. Armstrong**, **J.-V. Eyre**, **A.-V. Hussey** et **W.-P. Paddison** : *Etude des processus opératifs dans les solutions. II. Le déplacement des chlorures de leurs solutions par l'acool et par HCl.* Les auteurs ont choisi l'alcool et HCl comme précipitants des chlorures, parce que l'un est un non-électrolyte et un faible déhydrant, l'autre un électrolyte et un déhydrant moyen. L'alcool est moins actif que HCl dans la précipitation des chlorures, mais son influence est de même nature. — M. **R. Whymper** : *Id. III. L'action sucrolastique de l'acide nitrique et l'influence des nitrates.* L'auteur a reconnu que, dans l'hydrolyse du sucre de cannes par l'acide nitrique en présence de nitrates, ces derniers sont presque complètement hydratés en solution. — MM. **H.-E. Armstrong** et **J.-A. Watson** : *Id. IV. L'hydrolyse de l'acétate de méthyle en présence de sels.* L'hydrolyse par HCl en présence de KCl est accélérée; en présence de chlorures hydratés, elle est, en moyenne, la même. — MM. **H.-E. Armstrong** et **R.-J. Caldwell** : *Id. V. La discrimination des hydrates en solution.* Les auteurs tirent des expériences précédentes des preuves en faveur de l'existence de diverses sortes d'hydrates en solution, dont ils cherchent à donner une idée de la constitution.

Séance du 27 Juin 1907 (suite).

MM. **P. T. Herring** et **S. Simpson** : *La pression de la secrétion biliaire et le mécanisme de l'absorption de la bile dans l'obstruction du conduit biliaire.* Les auteurs ont constaté que la pression maximum atteinte par la bile dans l'obstruction du canal biliaire commun excède considérablement les chiffres donnés par Heidenhain. Chez le chien, le chat et le singe, la pression maximum moyenne a été de 300 millimètres de bile; la pression maximum a été de 373 millimètres. Quand le canal biliaire est obstrué, la bile sort du foie par les lymphatiques; chez le chat, on peut la trouver dans le conduit thoracique une heure après l'obstruction. La bile, obstruée dans son cours, entre dans les canaux plasmatiques intra-cellulaires des cellules hépatiques et passe de là, par le cours naturel de la lymphe, dans les canaux lymphatiques des espaces portes. Le mécanisme de l'absorption a donc lieu dans les cellules hépatiques. Les canaux plasmatiques intra-cellulaires constituent un système intermédiaire entre les vaisseaux sanguins et les lymphatiques du foie, ce qui

vient à l'appui de la théorie vitale de la formation de la lymphe. — M. Ch. **Bolton** poursuit ses *études sur le sérum gastrotoxique*. Le sérum employé a été préparé en injectant des cellules stomacales de cobaye au lapin, le sérum sanguin du lapin développant des propriétés toxiques pour les tissus du cobaye. Ce sérum contient, non seulement une précipitine pour les protéides des cellules stomacales, mais encore des précipitines distinctes pour d'autres protéides du corps. Il n'y a pas d'agglutinine pour les granules des cellules stomacales, l'agglutination observée étant provoquée par les précipitines. L'injection répétée de sérum gastrotoxique n'a pas produit d'ulcération gastrique chronique, mais il s'est développé une immunité contre ce sérum. L'immunité n'est pas seulement active, mais le sérum de l'animal immunisé est capable de conférer l'immunité passive à d'autres animaux. La nécrose de la membrane muqueuse de l'estomac résultant de l'injection de sérum gastrotoxique n'est pas causée directement par le sérum, mais par l'action du suc gastrique. Les cellules sont altérées fonctionnellement par le sérum, qui les rend ainsi sensibles à l'action du suc gastrique : le processus est donc une auto-digestion. L'hyperacidité du suc gastrique augmente la tendance à l'auto-digestion.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 29 Juin 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. E. F. van de Sande Bakhuyzen présente au nom de M. **W. de Sitter** : *Quelques remarques sur la théorie des satellites de Jupiter*. Aperçu sommaire de recherches qui paraîtront bientôt dans le n° 17 des Publications du Laboratoire astronomique de Groningue. 1. Théorie de la libration. 2. Les équations du centre. 3. Détermination de la libration à l'aide des observations.

2° Sciences physiques. — **J. D. van der Waals** : *Contribution à la théorie des mélanges binaires*. V. Suite (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 564). Jusqu'à présent l'auteur a supposé, dans la détermination de la ligne binodale, que la seconde composante, dont la quantité b surpasse celle de la première composante, correspond à une température critique plus basse, de manière que $(T_k)_2 < (T_k)_1$. Dans le cas contraire, quelques nouvelles complications se présentent; elles forment l'objet de cette étude. — M. **H. Kamerling Onnes** présente : 1° En son nom et au nom de M. **C. Braak** : *Isothermes de gaz biatomiques et de leurs mélanges binaires*. Suite (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 128). 14. Aperçu des expériences. 15. Remarques sur les manomètres et les piézomètres. 16. Deuxième groupe de valeurs de pv_A; — 2° en son nom et au nom de M. **J. Clay** : *La mesure de températures très basses*. XIV. Suite (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 176). Calibration de quelques thermomètres à résistance de platine. 1. Introduction. 2. Détails de la comparaison et des fils examinés. 3. Invariabilité des thermomètres à résistance pour les températures basses. 4. Résultats; — 3° en son nom et au nom de M. **J. Clay** : *Sur la variation de la résistance des métaux à des températures très basses et l'influence de petites quantités d'autres substances mélangées aux métaux*. 1. Introduction. 2. Or. 3. Mercure. 4. Argent. 5. Bismuth. 6. Plomb. — M. H. A. Lorentz présente au nom de M. **J. J. van Laar** : *Sur les dernières remarques de MM. H. Kamerlingh Onnes et W. H. Keesom*. Comparez : *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 564. — M. **P. van Romburgh** : *Sur la décomposition du tétraformiate de penta-érythrite par échauffement*.

3° Sciences naturelles. — M. **A. Wichman** : *Sur des veines métalliques dans la province de Limbourg*. — **H. J. Hamburger** présente en son nom et au nom de M. **E. Hekma** : *La phagocytose*. 1. L'influence de divers milieux sur la faculté phagocytaire des corpuscules blancs du sang peut être déterminée exactement par l'évaluation du rapport pour cent du nombre des cellules capables d'assimiler des particules de charbon à la température du corps. 2. L'addition d'eau au milieu naturel des phagocytes, c'est-à-dire à leur propre sérum, est très nuisible à la faculté phagocytaire. Même une décroissance de la concentration osmotique, qui se présente journellement chez l'individu normal, cause une décroissance assez considérable de cette faculté. 3. En remettant dans leur propre sérum les cellules abîmées par l'addition de l'eau, on régénère la faculté phagocytaire, soit totalement, soit en partie. 4. Les phénomènes observés sur les phagocytes s'accordent avec ceux qu'on a observés autrefois sur les corpuscules rouges du sang. 5. L'accroissement de la concentration osmotique nuit aussi à la phagocytose, même plus qu'une décroissance de même ordre. 6. En remettant les cellules, traitées avec NaCl, dans leur sérum, la faculté phagocytaire se rétablit. 7. Aussitôt que, grâce à l'activité des reins, le sérum sanguin a réobtenu la concentration osmotique normale, la faculté phagocytaire s'est régénérée totalement, même 24 heures après l'action du sérum anisotonique. 8. En solution de NaCl à 0,9 °/₀, la faculté phagocytaire est presque aussi grande que dans le sérum normal. 9. L'abaissement de cette faculté, causé par l'anisotonie du sérum, doit être attribué en premier lieu à une modification de la teneur en eau des cellules. 10. A côté de cette modification de la teneur en eau, vient en second lieu la variation chimique, causée par l'échange de substances entre la cellule et l'entourage, etc. — M. F. A. F. C. Went présente au nom de M. **J. van Beusekom** : *Sur l'influence des irritations dues à des blessures sur la formation des bourgeons adventices dans les feuilles de Gnetum Gnemon L.* — M. **W. Einthoven** présente, en son nom et au nom de MM. **J. H. Wieringa** et **E. P. Snyders** : *Un troisième son du cœur*. — M. K. Martin présente au nom de M. **P. Tesch** : *Considérations sur le diluvium sableux de Staring*. — M. **H. Zwaardemaker** : *L'adsorption de l'odeur de la muscone sur les surfaces des différentes substances*. Suite (voir *Rev. génér. des Sc.*, t. XVIII, p. 564). — M. G. A. F. Molengraaf présente au nom de M. **A. L. W. E. van der Veen** : *Sur la forme cristalline du diamant*. Communication provisoire. D'après l'auteur, le diamant cristallise dans la section holoédrique du système régulier; la structure octaédrique qui lui est propre fait trouver une explication rationnelle de toutes les formes quasi-hémiédriques décrites par MM. Groth, Sadebeck, Martin, etc. — M. Went présente encore, au nom de M. **S. H. Koorders** : « Botanische Untersuchungen über einige in Java vorkommende Pilze, besonders über Blätter bewohnende, parasitisch auftretende Arten, Abschnitt II-V » (Recherches botaniques sur quelques champignons de l'île de Java, en particulier ceux qui vivent parasitiquement sur des feuilles, chapitre II-V). — M. **W. Einthoven** : Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium te Leiden » (Recherches faites au Laboratoire physiologique de Leyde), série 2, tome VI. P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 21 15 NOVEMBRE 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

Les erreurs dans les mesures à l'estime. — M. Grossmann a voulu reprendre l'étude des erreurs d'appréciation, sous la forme de ce qu'il est aujourd'hui d'usage d'appeler *équation décimale*, c'est-à-dire, par exemple, l'estimation des dixièmes d'un petit intervalle sur le tambour d'une vis micrométrique : avec les longues séries de lectures des micromètres d'un cercle méridien, des bandes d'un chronographe ou des niveaux, il forme les tableaux[1] qui indiquent la fréquence relative des divers dixièmes et constate des écarts qui — la chose n'a rien d'inattendu — sont parfois très considérables. Pour élucider ce problème complexe, l'auteur dégage les conclusions de son travail. D'abord, l'équation décimale est, selon lui, un phénomène d'origine essentiellement psychologique : psychologique ? peut-être ; bien qu'il nous paraisse assez physiologique, la structure de l'œil intervenant certainement, mais aussi, et surtout, la fatigue de l'observateur. Au reste, la discussion nous paraît stérile, sur ce point, pour les bénéfices pratiques de l'Astronomie, et nous n'y insisterons pas à présent. En second lieu, l'auteur se préoccupe des conditions à remplir pour augmenter la précision des mesures, et, ici encore, nous ne rencontrons guère que des conseils généralement admis et de première nécessité : perception nette et complète en fixant l'objet, estimation faite en promenant l'œil d'un bout à l'autre de l'intervalle, simplification des opérations que comporte la mesure pour permettre à l'observateur de garder son sang-froid.

L'*équation décimale* a été signalée par J. Hartmann dès 1858, puis par Peirce, et elle fut l'objet d'importantes et intéressantes recherches, ces temps derniers, avec Gonnessiat, Boquet, Stræle, Boccardi... Mais, jusqu'à présent, on s'est préoccupé d'en étudier les propriétés plutôt que d'indiquer les moyens propres à y remédier simplement. Et, avec la précision croissante des mesures, le danger devient assez grave : l'opération la plus simple est ainsi faussée par des causes difficiles à discerner; puis, en définitive, toutes les mesures que nous effectuons ne sont-elles pas faites *à vue d'œil*, ne sont-elles pas sujettes à une influence individuelle, à des erreurs physiologiques?

Cependant, jusqu'à présent, on réservait cette erreur pour les cas d'appréciation nette : estime du dixième d'une division, estime de la division, en deux parties égales, de la distance de deux fils par un objet faiblement lumineux; or, voici que la bissection même d'une image brillante avec un fil fin comporte, suivant P. Salet[1], une équation personnelle très importante. Et, ce qui est plus grave, la discussion des résultats si complets de Boquet montre à l'auteur que cette nouvelle *équation personnelle de bissection* est de nature à modifier toutes les données reçues à propos de la flexion des instruments méridiens : ce travail a donc une très grande et très légitime importance.

La précision croissante des mesures doit entraîner la connaissance très précise des corrections instrumentales; il n'en était pas ainsi pour le problème de la flexion, qui se prêtait à des critiques multiples, et qui semble actuellement entrer ainsi dans une phase nouvelle par l'intermédiaire des équations personnelles. Mais ces équations, elles-mêmes, laissent à désirer; il est souhaitable que des astronomes consciencieux se vouent entièrement à ces recherches ingrates; il faut, en effet, parvenir à la détermination *très rapide* des équations, opération que chaque observateur devrait répéter constamment pour ses propres réductions, et l'on ne tardera pas à s'apercevoir que ces corrections ne sont pas rigoureusement constantes, qu'elles dépendent de l'état de l'observateur, de sa fatigue et du temps d'observation.

Les équations personnelles sont assez importantes : il faut les rendre praticables.

§ 2. — Électricité industrielle

Les progrès du chauffage électrique aux Etats-Unis. — D'après l'*Electrical World*, le chauffage électrique, qui, en France, constitue une rareté, a des applications de plus en plus nombreuses en Amérique, et de puissantes sociétés ont réussi à répandre

[1] *Astronomische Nachrichten*, n° 4066.

[1] *Bulletin Astronomique*, juillet 1907.

cet emploi de l'électricité chez leurs abonnés. C'est ainsi que, grâce à la *Mobile Electric C°*, l'usage des fers à repasser électriques se généralise, non seulement dans les blanchisseries, mais aussi chez les particuliers.

Dans les blanchisseries, la Compagnie, pour vulgariser cet usage, a commencé par assumer tous les frais d'achats des fers et d'installation et autorisa ses clients à faire l'essai pendant deux mois au prix de 15 centimes le kilowatt-heure. Non seulement la régularité de la température permettait de faire un travail plus soigné; mais, le chauffage des fers au gaz coûtant environ trois fois plus cher que le chauffage électrique, ce qui permettait d'amortir rapidement les frais d'installation et de réduire ensuite considérablement la dépense, le nouveau mode de chauffage était aussitôt apprécié et adopté. Le même procédé de vulgarisation employé chez les particuliers, avec une période d'essai réduite à un mois, a donné de tels résultats que le rapport entre le nombre de fers acceptés et le nombre de ceux à l'essai était de 80 °/₀ et que, d'août 1906 à avril 1907, 640 fers à repasser furent acceptés et payés. Actuellement, il n'est pas une seule ménagère qui n'aspire à avoir son fer électrique.

Une autre Compagnie, la *New-York Edison C°*, arrive à faire placer 25 chauffe-plats électriques par mois chez ses clients, et, dans les maisons modernes, les installations de ces appareils sont maintenant toujours prévues par les architectes. L'usage des séchoirs électriques pour le linge se répand également de plus en plus.

A New-York, plusieurs restaurants ne font leurs grillades qu'électriquement, et l'on cite une importe manufacture de cette ville qui prépare chaque jour sur des fourneaux électriques les repas de ses 2.000 ouvriers ou employés. Dans une autre ville des Etats-Unis, Grinnel, dont la population est de 5.000 habitants, les installations de cuisines par l'électricité ont fait des progrès très rapides et l'on y compte actuellement 235 chauffe-plats électriques. Le même progrès se manifeste dans presque toutes les villes importantes d'Amérique.

La soudure électrique tend également à se répandre de plus en plus dans les établissements industriels. L'économie de temps est considérable et la constance de la température du fer à souder rend l'opération très facile. On a pu se rendre compte que, pour la soudure des bandes de fer utilisées dans l'industrie des malles et articles de voyage, il suffit d'une puissance de 1,16 kilowatt et d'un courant de 25 à 35 ampères pour faire 480 soudures à l'heure.

L'industrie de la reliure utilise aussi très avantageusement le chauffage électrique : on y gagne en régularité et en propreté. La chaleur obtenue par des radiateurs, et dont les rhéostats permettent de régler l'intensité, donne aux presses les températures voulues.

Une application très spéciale du chauffage électrique consiste à dégeler sur place, pendant l'hiver, les conduites d'eau.

Les excellents résultats obtenus en Amérique devraient attirer chez nous l'attention sur ces nombreuses applications de l'électricité. Il faut espérer que l'exemple des Etats-Unis sera suivi, dès que l'abaissement du prix du kilowatt-heure permettra d'avoir le chauffage électrique dans des conditions économiques.

§ 3. — Physiologie

La rétraction du caillot sanguin et les hématoblastes. — Lorsqu'on a recueilli dans une éprouvette le sang qui s'écoule d'un vaisseau et qu'on l'abandonne au repos, ce sang ne tarde pas à coaguler : on voit se former, le long des parois du vase et à la surface du liquide, une fine pellicule qui enveloppe la masse sanguine comme d'un sac; puis cette masse se transforme en une gelée cohérente constituant un bloc unique, qui prend naturellement la forme du vase qui le contient.

A cette phase de coagulation succède la phase de rétraction. Bientôt la surface du caillot se creuse en cupule et s'humidifie légèrement; peu à peu, quelques gouttes de liquide forment une mince couche interposée entre la paroi du vase et le caillot, et la rétraction faisant des progrès plus ou moins rapides, mais incessants, le caillot se détache de la paroi inférieure du vase et se raccourcit en même temps qu'il revient sur lui-même. La séparation du sérum achevée, le caillot revêt une forme cylindrique ; son extrémité supérieure, creusée en cupule, est plus large et adhère aux bords du récipient par une sorte de collerette continue ou interrompue; son extrémité inférieure est arrondie et flotte dans le sérum qui l'enveloppe de toutes parts.

Quelle est la cause de cette rétraction du caillot ? Est-elle due, comme on l'a soutenu tout d'abord, à l'élasticité de la fibrine ?

Assurément non, car, si le caillot du sang total se rétracte dans les conditions ci-dessus décrites, le caillot de liquides fibrineux ne contenant pas d'éléments figurés (plasma centrifugé, liquides de transsudats, solutions de fibrinogène, etc.) ne se rétracte pas.

M. Hayem s'est efforcé de démontrer que, parmi les éléments figurés du sang, ce sont les hématoblastes qui jouent le rôle actif dans le phénomène de rétraction du caillot.

A cet effet, il fait remarquer que les caillots des liquides dépourvus d'hématoblastes (lymphe, sérosités pathologiques) ne sont pas sensiblement rétractiles. Il insiste surtout sur les modifications de la rétractilité du caillot et les modifications correspondantes du nombre des hématoblastes dans divers cas pathologiques ; en général, dans le purpura hémorragique, dans l'anémie pernicieuse protopathique, dans les états cachectiques très avancés et dans certains états infectieux, le caillot ne se rétracte pas du tout; en général, dans ces mêmes cas pathologiques (sauf toutefois dans les états infectieux), il y a diminution considérable du nombre des hématoblastes.

Cette exception à la règle dans les états infectieux constituait toutefois une objection grave à l'hypothèse de Hayem ; la solution définitive de la question demandait de nouvelles expériences. Elles viennent d'être faites par MM. L. Le Sourd et Ph. Pagniez et publiées dans le *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*[1].

MM. Le Sourd et Pagniez commencent par préparer des hématoblastes purs, c'est-à-dire non mélangés d'hématies ou de leucocytes. A cet effet, ils reçoivent du sang sortant des vaisseaux dans un égal volume d'une solution aqueuse de chlorure de sodium à 8 °/₀₀ et d'oxalate de soude à 4 °/₀₀, de façon à empêcher sa coagulation; ils le soumettent à une centrifugation de quelques minutes pour sédimenter les globules rouges, et décantent avec une pipette le plasma très trouble et légèrement rosé qui les surmonte. Ils introduisent ce liquide dans un tube terminé par une effilure longue et étroite, et centrifugent vigoureusement pendant plusieurs heures. Ils trouvent alors dans cette effilure un culot stratifié, dont la couche la plus superficielle, absolument blanche, se compose d'hématoblastes purs sans aucun autre élément.

On sait que le plasma oxalaté, additionné d'une quantité convenable de chlorure de calcium, coagule ; on sait que le liquide d'hydrocèle, additionné de fibrinferment, coagule. Or, les caillots obtenus dans ces deux cas sont et restent indéfiniment irrétractiles. Mais si, à ces liquides, on ajoute préalablement des hématoblastes purs, obtenus comme nous l'avons dit, la rétraction se produit. La rétractilité du caillot varie, d'ailleurs, proportionnellement à la quantité d'hématoblastes ajoutée, et, pour une quantité convenable, elle est assez considérable pour que le caillot devienne presque filiforme.

Par contre, les autres éléments figurés du sang

[1] T. IX, n° 4, p. 579-592, juillet 1907.

n'exercent aucune action sur la rétraction de la fibrine. Ajoute-t-on aux liqueurs fibrinogénées, avant leur coagulation, des globules rouges (le dépôt de globules rouges au fond de l'éprouvette de la centrifugeuse ne contient pas un seul hématoblaste), le caillot est irrétractile. Il est difficile d'obtenir des leucocytes purs, c'est-à-dire non mélangés d'hématoblastes; les centrifugations les plus énergiques et les plus prolongées ne parviennent qu'à diminuer, assez notablement d'ailleurs, la proportion des hématoblastes mélangés aux leucocytes; — ajoute-t-on aux liqueurs fibrinogénées ces leucocytes, aussi pauvres que possible en hématoblastes, la rétraction du caillot est extrêmement faible. D'ailleurs, les leucocytes de la lymphe sont inaptes à provoquer la rétraction de son caillot. C'est donc bien aux hématoblastes et aux seuls hématoblastes qu'est due la rétraction du caillot sanguin dans ces expériences.

Comment agissent ces hématoblastes? On ne saurait le dire exactement; mais on peut établir que ce n'est pas par simple action de présence, car ils perdent leur propriété par le chauffage à 58°5, sans paraître avoir été altérés morphologiquement.

La rétraction du caillot peut disparaître, comme nous l'avons rappelé ci-dessus, au cours d'états morbides variés. MM. Le Sourd et Pagniez sont parvenus à réaliser une condition expérimentale dans laquelle la rétraction ne se produit plus malgré la présence des hématoblastes. Ils préparent, suivant les règles classiques de l'obtention des sérums cytotoxiques, un sérum cytotoxique pour les hématoblastes (injection réitérée d'hématoblastes purs de lapins dans l'organisme de cobayes, et prise du sérum de ces cobayes). Ce sérum, ajouté aux hématoblastes du lapin, leur fait perdre la propriété de faire rétracter le caillot du plasma oxalaté ou le caillot du liquide d'hydrocèle. Ce sérum, ajouté au sang à sa sortie du vaisseau, empêche la rétraction de son caillot. Ce sérum, injecté dans l'organisme d'un animal vivant, fait perdre au caillot de son sang toute rétractilité.

Ces faits intéressants montrent que, pour manifester leur action rétractive sur le caillot sanguin, les hématoblastes doivent avoir conservé leur intégrité physiologique; ils rendent compte de l'absence de rétractilité du caillot dans les affections infectieuses, malgré la présence de nombreux hématoblastes.

Il appartient aux cliniciens de tirer de ces très intéressantes expériences les conclusions pratiques qu'elles peuvent contenir au point de vue du diagnostic et du pronostic.

§ 4. — Hygiène publique

L'usage de l'opium en Indo-Chine. — Le Gouvernement, voulant restreindre l'usage de l'opium dans nos possessions d'Extrême-Orient, a invité le Gouverneur général de l'Indo-Chine à examiner cette question. Celui-ci pense que l'interdiction de l'opium, pure et simple, sans transition, présenterait de sérieux inconvénients, en raison du mécontentement qu'on provoquerait chez les indigènes en leur supprimant brutalement la possibilité de satisfaire leur passion.

Il ajoute que, pratiquement, cette prohibition serait irréalisable tant que la Chine n'aurait pas supprimé complètement la culture du pavot.

Enfin, il fait observer que, même si l'interdiction absolue et immédiate était possible, on devrait y surseoir jusqu'au moment où l'on aurait créé des ressources destinées à compenser la disparition des recettes que procure le monopole de ce produit, et qui atteignent sept millions de piastres, soit environ le quart des ressources du budget.

Par contre, le Gouverneur général s'est déclaré nettement partisan de la restriction progressive de l'usage de l'opium, en augmentant son prix dans une proportion variant avec les régions, suivant qu'elles sont plus ou moins éloignées des centres de production chinoise. Dès le 19 juin dernier, un arrêté a été pris dans ce sens.

En outre, le Gouverneur général a interdit l'ouverture de toute fumerie d'opium sur le territoire de l'Indo-Chine.

D'autre part, le Ministre des Colonies, estimant que la France ne pouvait permettre à ses fonctionnaires de donner l'exemple de la plus funeste des habitudes à ceux auxquels ils sont chargés d'enseigner notre civilisation, a prescrit à l'Administration locale d'interdire formellement l'usage de l'opium à tous les fonctionnaires et agents de tous rangs et de tous services. Il a spécifié que ceux qui ne tiendraient pas compte de cette interdiction seraient privés de tout avancement jusqu'à complet amendement. Des mesures analogues seront prises à l'égard des fonctionnaires indigènes.

§ 5. — Enseignement

L'Institut Électro-technique de l'Université de Grenoble. — Le président de la Chambre de Commerce de Grenoble, M. Brenier, vient de faire don, à l'Université de cette ville, d'un vaste domaine d'une valeur de 600.000 francs pour y installer, dans des conditions convenables, l'Institut Electro-technique, auquel ne peuvent plus suffire, malgré des agrandissements successifs, les locaux de la Faculté des Sciences. L'exiguïté de ces locaux ne permettait pas, en effet, à la Faculté de réaliser divers projets d'ordre scientifique ou industriel dont elle poursuit l'étude depuis quelque temps. Le don de M. Brenier va lui permettre de faire de l'Institut un établissement modèle pour les recherches et les applications industrielles.

Aux termes de l'acte de donation, le nouvel Institut devra grouper sous une même direction les divers enseignements techniques nécessaires à la formation du personnel des différentes industries régionales ou françaises et constituer « une véritable Ecole polytechnique des forces industrielles ».

Le Conseil de l'Université a décidé que le nouvel Institut Electro-technique porterait, malgré le désir du donateur, le nom d'*Institut Brenier*.

Au Congrès des Médecins praticiens. — La Faculté de Médecine de Paris a récemment nommé à deux de ses chaires des professeurs choisis dans une Faculté de province, et devant se consacrer à la science et à l'enseignement d'une manière exclusive. La Commission permanente du Congrès des Praticiens a voté, à cette occasion, l'ordre du jour suivant, qui a été adressé à tous les doyens des Facultés et aux Directeurs des Ecoles de Médecine :

Considérant que le recrutement des professeurs des sciences fondamentales dans un corps uniquement enseignant et l'échange des professeurs entre les diverses Facultés de Médecine de France constituent deux des desiderata acceptés par le Congrès des praticiens, faisant abstraction de toute question de personne, félicite le Conseil de la Faculté de Médecine de Paris d'avoir choisi comme professeurs d'Anatomie et d'Histologie des maîtres s'engageant à se consacrer à leur enseignement en dehors de toute clientèle;

Regrette l'opposition faite par le Conseil supérieur de l'Instruction publique à cette réforme unanimement réclamée par le corps médical, dont la compétence en pareille matière ne saurait être méconnue.

L'ORGANISATION DE LA MAISON COLONIALE MODERNE

PREMIÈRE PARTIE : ORGANISATION GÉNÉRALE

I. — Considérations générales.

En principe, toute habitation doit être conçue et réalisée de manière à assurer à ses occupants les conditions moyennes les plus favorables à la conservation et à la commodité de leur existence.

Le premier de ces desiderata, qui relève exclusivement du domaine de l'hygiéniste, et qui nous paraît aujourd'hui à juste titre si important, n'a cependant commencé à être pris en sérieuse considération que dans le cours des cinquante dernières années. Ce fait, joint au rôle prépondérant que l'hygiène joue de plus en plus dans les conceptions de l'architecte moderne, s'explique d'ailleurs aisément, si l'on considère son étroite liaison avec le développement de la Microbiologie, qui n'a pris naissance qu'avec Pasteur et son Ecole.

Dans les régions tempérées, cette intervention de l'hygiène a pour but la réalisation des conditions essentielles suivantes :

1° Les pièces habitées doivent être exposées de manière à recevoir le soleil pendant la plus grande partie possible de la journée. D'autre part, et étant donnée la faible luminosité du ciel des régions précitées, on devra s'efforcer de donner à ces pièces l'éclairement maximum compatible avec l'organisation de la construction ;

2° Les locaux doivent fournir à chacun des occupants un cube d'air minimum, dont le renouvellement doit être assuré, soit naturellement, soit mécaniquement, dans une proportion telle que chaque individu puisse disposer d'au moins 300 mètres cubes par vingt-quatre heures;

3° Les conditions de pureté de l'air respirable exigeant la suppression des poussières et des gaz étrangers à sa composition normale, on devra se mettre, autant que possible, à l'abri des causes productrices et réceptrices des premières; de plus, les moyens de chauffage et d'éclairage devront être tels qu'ils ne déversent dans les locaux ni acide carbonique, ni, à plus forte raison, de l'oxyde de carbone.

Notons, en passant, qu'en ce qui concerne l'éclairage, la lampe à incandescence fournit seule une solution du problème posé, et que c'est le mode d'éclairage donnant, à lumière égale, le dégagement minimum de chaleur :

4° L'eau potable doit être distribuée largement;

5° L'évacuation au loin des matières usées de toute nature doit être assurée par des canaux ou des récipients sans communication directe avec l'extérieur;

6° La température moyenne du mois le plus chaud étant, en France, voisine de 21° (mois de juillet; Bordeaux-Lyon), et cette température moyenne maxima coïncidant en général avec un degré hygrométrique assez faible, il en résulte que l'habitation doit surtout être agencée en vue de l'hiver, les moyens de chauffage étant tels qu'ils permettent de réaliser, à l'intérieur des locaux, une température comprise entre 18° et 20°.

Relativement aux questions de commodité, il est évident qu'elles sont variables suivant les individus et les circonstances; elles ne rentreront pas dans le cadre de cette étude.

II. — Principaux facteurs de la morbidité tropicale.

Transplanté dans les régions tropicales basses, l'Européen n'a plus à souffrir du froid; mais il doit, par contre, subir, outre l'action des autres facteurs généraux d'insalubrité propres à son pays d'origine, celle d'autres causes morbides inhérentes à son nouvel habitat.

Les principales de celles-ci sont :

1° L'action du soleil;

2° L'attaque des moustiques et des mouches;

3° L'action de la température et de l'humidité de l'atmosphère ambiante.

Examinons ces divers points :

§ 1. — Action du soleil.

Les effets meurtriers du soleil sont connus depuis l'arrivée des Européens dans les régions tropicales. Bien que variables suivant ces pays, on peut cependant dire que la gravité des effets observés est généralement en étroite liaison :

a) Avec l'élévation de la température;

b) Avec la grandeur de la tension de la vapeur d'eau atmosphérique;

c) Avec la différence de potentiel entre le sol et l'atmosphère.

Chacune de ces causes est, d'ailleurs, le plus souvent, fonction des deux autres.

Mais, comme nous le disions plus haut, on doit néamoins constater que certains pays tropicaux, ayant même température moyenne, se différencient cependant nettement les uns des autres au point de vue qui nous occupe. C'est ainsi que, dans certai-

nes îles polynésiennes à température moyenne voisine de 27° centigrades (îles Marquises par exemple), les accidents solaires sont très rares, alors qu'ils sont très fréquents en Cochinchine, où l'on a la même température moyenne annuelle. Le premier de ces deux pays est malheureusement une exception, et l'on admettra comme règle la nocivité des rayons solaires dans les pays tropicaux.

§ 2. — Attaques des insectes.

Bien que, de tout temps, les moustiques aient été considérés comme un fléau des pays chauds, en raison du désagrément de leurs piqûres et de la privation de repos qu'elles entraînent, l'importance du rôle joué par eux et divers autres insectes dans la Pathologie tropicale constitue néanmoins une acquisition scientifique toute récente. A l'heure actuelle, grâce aux travaux de Laveran, de Ross, de Patrick Manson, etc., on n'ignore plus la relation de causalité étroite qui existe entre la présence de familles déterminées d'insectes dans une colonie tropicale et certaines endémies de celle-ci. C'est ainsi que la fièvre paludéenne a pour agent spécial (sinon unique) de transmission les moustiques du genre *Anopheles* et que la fièvre jaune est propagée par des Culicides du genre *Stegomya*. Tout dernièrement encore, on a mis en évidence le rôle capital joué par certaines variétés de mouches dans la propagation de la maladie du sommeil et d'autres maladies à trypanosomes (Surra, Nagana, etc.). Enfin, nul n'ignore que la puce est l'agent le plus actif de la contamination pesteuse.

L'insalubrité d'un pays tropical apparaissant ainsi comme étroitement liée à la présence de certaines variétés d'insectes, on conçoit dès lors l'intérêt qui s'attache à la détermination de celles-ci et à l'étude des moyens propres soit à détruire les espèces nuisibles, soit à se mettre à l'abri de leurs piqûres.

Étant donné le but que nous poursuivons, nous ne retiendrons de cet exposé que le fait du rôle joué par les moustiques et certaines mouches dans l'étiologie des maladies précédentes.

§ 3. — Action de la température et de l'humidité du milieu ambiant.

D'une manière générale, les climats tropicaux des régions basses sont caractérisés par une température moyenne au moins égale à 24° C. et par une inégale répartition des pluies le long de l'année. Cette répartition est, en effet, telle que, pendant une partie de l'année, dite saison sèche, le nombre des jours de pluie est absolument insignifiant, tandis que l'autre partie de l'année, dite saison des pluies ou « hivernage », en compte la presque totalité. Cette règle n'est d'ailleurs pas absolue ; ainsi, tandis qu'il pleut presque tous les jours dans la région forestière du Haut-Congo, il n'y a pour ainsi dire pas de pluies dans les régions tropicales s'étendant au Nord du Sénégal et d'une ligne allant de Tombouctou au Darfour.

La répartition de ces saisons au cours de l'année est, comme on le sait, en étroite relation avec le mouvement du soleil sur l'écliptique, la saison des pluies commençant généralement quelque temps après le premier passage du soleil au zénith du lieu, pour finir quelques semaines après son passage dans l'autre hémisphère.

Dans la saison des pluies, la tension de la vapeur d'eau est voisine de la tension maxima correspondant à la saturation de l'air ambiant, et cette élévation du degré hygrométrique s'accompagne d'écarts nycthéméraux de température ne dépassant pas quelques degrés.

La saison sèche est, au contraire, marquée par une diminution de l'hygrométricité de l'air et par des écarts nycthéméraux qui sont généralement d'autant plus grands que la tension de la vapeur d'eau est moindre.

Les maxima absolus de température s'observent, en saison sèche, au moment du passage du soleil au zénith, et les minima ont également lieu, dans cette même saison, aux environs du solstice d'hiver.

Ajoutons à cette description qu'en toute saison l'amplitude des variations de hauteur du baromètre est pour ainsi dire négligeable.

§ 4. — Influence de ces facteurs sur l'organisme de l'Européen.

Bien que l'étude de l'influence de ces facteurs météorologiques sur l'organisme humain ne rentre pas dans le cadre de cette étude, nous en donnerons cependant un court aperçu, en nous référant expressément aux autorités qui ont traité de cette matière.

Examinant, au point de vue qui nous occupe, l'influence de la chaleur, Beaunis, cité par Treille, s'exprime ainsi qu'il suit :

« Quand l'air est dilaté par la chaleur, nous inspirons un air plus raréfié, autrement dit : la quantité d'oxygène que nous inspirons est moindre. Chaque inspiration fait entrer dans les poumons environ 1/2 litre d'air et 0,104 litre d'oxygène (ramené à 0° et 760ᵐ). A + 40°, ce demi-litre ne contient plus que 0,0915 litre d'oxygène. En effet, le coefficient de la dilatation de l'air est 0,00367 litre, et 100 volumes d'air à 0° occupent 114 volumes à + 40° C. Aussi, quand la température s'élève d'une façon notable, sommes-nous obligés, pour compenser cette dilatation de l'air inspiré et retrouver la quantité d'oxygène nécessaire, d'augmenter le nombre et la profondeur des inspirations. »

La haute tension de la vapeur d'eau vient encore souvent aggraver cet effet (tension maxima à + 30° : 31mm,55), en même temps qu'elle perturbe le phénomène des échanges gazeux qui s'effectuent dans les vésicules pulmonaires. Lorsque l'air inspiré est saturé et que sa température devient égale à celle du corps humain, l'élimination de la vapeur d'eau ne peut plus, en effet, s'effectuer. Si l'air est sec, le corps, malgré les réactions exothermiques dont il est le siège, peut encore conserver sa température normale de 37°5, grâce au phénomène d'évaporation de la sueur à la surface de la peau, qui peut compenser l'apport extérieur de calorique ; mais, si l'air est saturé d'humidité, aucune soustraction de chaleur ne pouvant plus avoir lieu, l'équilibre est rompu et la température du corps s'élève ; ce phénomène, fréquemment observable dans la mer Rouge, constitue la cause principale du coup de chaleur. Même aux températures inférieures à 37°5, il résulte de ce que nous venons de dire que l'action combinée de la chaleur et de la vapeur d'eau, caractéristique des climats tropicaux, est défavorable à l'Européen.

Treille[1] voit, dans cette action, la cause principale de l'anémie tropicale.

Le milieu tropical ambiant réagit, d'ailleurs, sur les autres fonctions de l'individu, en particulier sur celles de la sécrétion, qu'il s'agisse de la peau, des reins ou du foie.

Ces constatations faites, nous allons aborder maintenant l'étude des conditions d'hygiène auxquelles doit satisfaire l'habitation coloniale rationnelle, c'est-à-dire organisée de manière à annuler ou, tout au moins, pallier l'action des divers facteurs pathologiques dont nous venons de constater l'existence.

III. — Organisation de la maison coloniale.

§ 1. — Choix de l'emplacement et préparation du terrain.

L'emplacement de l'habitation sera, en général, déterminé par une série de considérations impérieuses, le plus souvent étrangères à l'hygiène, telles que la nécessité où l'on se trouvera de placer la maison à construire près ou dans un centre habité et sur un terrain déterminé, assujetti le plus souvent à des servitudes administratives d'alignement ou autres.

A cet égard, il serait à souhaiter que nos administrations coloniales pussent toujours s'inspirer des réflexions judicieuses émises par Treille[2], au sujet de la fondation de nos établissements d'outre-mer, au cours du dernier siècle :

« Étant donnée l'influence prépondérante que le logement exerce sur la santé de l'Européen dans les pays chauds, l'autorité avait pour devoir, non pas seulement de tracer un plan de rues, mais de régler, au nom de la salubrité publique, le dispositif même des constructions à y faire, tant publiques que privées. A une époque où rien n'existait encore, il eût été facile de s'astreindre à un plan minimum, capable à la fois de sauvegarder l'intérêt pécuniaire du propriétaire et l'intérêt de l'association urbaine qui allait se fonder et se développer progressivement.

« Il est certain que c'eût été un devoir pour les Gouvernements européens d'obliger leurs nationaux, construisant en pays tropical, à observer rigoureusement des règles d'hygiène, au lieu de les laisser bâtir, selon leurs caprices ou leurs intérêts, des logements appelés, par leurs dispositions, à être non seulement nuisibles à leurs occupants, mais encore dangereux pour la communauté. »

On ne saurait certes mieux dire, mais il faut ajouter qu'à l'heure actuelle certaines de nos colonies semblent entrer résolument dans la voie indiquée par l'ancien et éminent Inspecteur général du Service de Santé colonial ; c'est ainsi que, désireux de procurer des logements sains et confortables à la population européenne de Dakar, le Gouverneur général de l'Afrique Occidentale Française a décidé d'accorder des garanties d'intérêt (se montant au total de 50 °/₀ du capital engagé) à celles de ces maisons à construire dont les plans seraient approuvés par le Service des Travaux Publics de la Colonie.

Autant que possible, on recherchera un emplacement ventilé, sur un terrain perméable et suffisamment éloigné de toute eau stagnante (500 à 600 mètres au moins) ou de creux de terrains remplis de matières organiques en voie de décomposition, ou même encore d'habitations en paillote ; ces dispositions s'expliquent par le fait que, dans une atmosphère calme, le moustique s'éloigne rarement de plus de 3 à 400 mètres de ses lieux de ponte. Toutefois, on ne perdra pas de vue que ces insectes peuvent être transportés par le vent à des distances notablement plus considérables.

Dans les derniers règlements édictés par le Gouvernement de l'Afrique Occidentale Française, relativement au déplacement de la ville indigène de Dakar, aussi bien que dans ceux du Gouvernement du Soudan égyptien ayant trait à la ville de Khartoum, la prescription relative à la séparation de la ville indigène et de la ville européenne a été rigoureusement observée ; en Indo-Chine, les arrêtés locaux ont proscrit les constructions en paillote dans les centres européens.

[1] *De l'acclimatation des Européens dans les pays chauds.*
[2] *Hygiène coloniale*, page 124. Carré, éditeur.

Les plateaux, surtout au bord de la mer ou à l'aplomb d'une grande vallée, satisferont en général à ces conditions, dont la stricte observation entraînera le plus souvent la rareté des moustiques aux abords de l'habitation.

En cette matière, il n'y a cependant rien d'absolu ; ainsi on a cru pendant longtemps que le fait de s'installer sur des hauteurs, dominant les plaines environnantes de quelques centaines de mètres, mettait par cela même l'habitation à l'abri de l'invasion des moustiques. Il y a là une erreur dont l'expérience a fait justice depuis longtemps déjà. Aux altitudes précitées, on observe, il est vrai, un abaissement marqué du minimum de la température nocturne par rapport à celui qu'on observe dans la plaine voisine, et ce fait peut sans doute avoir une grande importance au point de vue de l'hygiène générale ou de la mise hors d'atteinte des épidémies de fièvre jaune, puisque le *Stegomya fasciata*, qui est le moustique propagateur de celle-ci, ne peut plus subsister lorsque la température tombe au-dessous de 22°[1] pendant une période de plusieurs jours. Par contre, les hauteurs en question étant, en hivernage, le plus souvent situées dans la couche nuageuse, seront généralement beaucoup plus humides que les plaines en contrebas et, de ce fait, le paludisme pourra y être plus marqué que dans ces dernières. Si, de plus, la différence d'altitude est insuffisante pour créer un abaissement du minimum nocturne rendant impossible la vie du *Stegomya*, les hauteurs précitées pourront être, à tous égards, beaucoup plus malsaines que la plaine.

Pour se préserver complètement des endémies tropicales précédentes, il faut donc se placer à une altitude telle que le minimum de la température nocturne y rende impossible l'existence des moustiques propagateurs de ces endémies. La confirmation de ces vues se trouve dans les observations faites récemment dans la région du Lang Bian (Annam méridional), où le Gouvernement général de l'Indo-Chine se propose d'établir un sanatorium. Etant données les difficultés d'accès du plateau de Dalat, situé à environ 1.600 mètres d'altitude, on avait pensé pouvoir s'établir sur le plateau de Da-Nhim (900 mètres), d'altitude intermédiaire entre ce dernier et la plaine et d'accès plus aisé. L'enquête médicale effectuée dans la région montra que le paludisme sévissait avec beaucoup plus d'intensité sur le plateau de Da-Nhim que dans la plaine, mais que la région de Dalat en était indemne, aussi bien probablement à cause de sa faible température moyenne nocturne, qu'en raison de la violence des vents qui y règnent presque toute l'année.

Dans le même ordre d'idées, on doit signaler qu'un sanatorium installé jadis en Cochinchine, sur les hauteurs boisées avoisinant Baria, s'était également montré beaucoup plus insalubre que les plaines environnantes. Une plaine non marécageuse peut donc être, au point de vue de l'hygiène, beaucoup plus favorable à la fondation d'un établissement colonial qu'un plateau qui la surplombe, et, si l'on tient compte, en outre, des difficultés d'accès inhérentes à ce dernier emplacement et des diverses sujétions qu'il entraîne généralement (service d'eau, etc.), on sera souvent conduit à préférer la plaine au plateau d'altitude relative médiocre. Il va d'ailleurs sans dire que le défaut des installations d'altitude médiocre, à savoir l'humidité excessive, persiste lorsqu'on s'élève ; ainsi, à Darjeeling (2.700 mètres d'altitude) et dans les autres sanatoria de l'Himalaya, cette humidité engendre même une affection intestinale spéciale (la « hill's diarrhea » des médecins anglais).

Lorsqu'il ne sera pas possible de trouver un emplacement réalisant ces divers desiderata, on devra s'efforcer de remédier aux défauts de l'emplacement choisi par des mesures appropriées à ceux-ci : drainage du terrain, desséchement des mares, nivellement et débroussaillement. Contrairement à l'opinion professée il y a quelques années par beaucoup d'hygiénistes coloniaux, il ne nous paraît pas prouvé que la nature du sous-sol exerce une influence immédiate sur la salubrité des habitations qu'il supporte ; il est, au contraire, probable que le sous-sol n'exerce d'action à cet égard que par les phénomènes qu'il détermine à la surface, en raison de sa perméabilité plus ou moins grande.

§ 2. — Orientation de l'habitation.

En principe, l'habitation coloniale devra avoir son grand axe orienté Est-Ouest, car, avec cette disposition, les murs de façade seront soustraits à l'action directe des rayons solaires, si l'on a eu soin de les protéger par de simples vérandas d'une largeur suffisante.

Les vents régnants étant le plus souvent irréguliers par suite de l'influence exercée sur leur régime par l'alternance des saisons (sauf sur le littoral où règnent généralement des brises solaires), on ne se guidera, pour le choix de l'orientation, que sur le cours du soleil.

§ 3. — Nature de la construction.

Si l'on veut donner à l'habitation projetée une durée convenable, il est évident que l'emploi du bois est à proscrire d'une façon absolue, en raison

[1] Marchoux, Simon et Salimbeni : La Fièvre Jaune. Rapport de la Mission Française. *Annales de l'Institut Pasteur*, novembre 1903.

de sa rapide destruction, sous les tropiques, par les termites et la pourriture. En outre, par suite de la succession des saisons sèches aux hivernages, et vice-versa, les planches se disjoignent et les fissures ainsi produites donnent libre accès à un parasitisme exubérant.

On sait d'ailleurs, d'après des travaux récents de Koch[1], que la fièvre récurrente, dont l'agent causal est le spirille découvert par Obermeier en 1868, a pour principal vecteur une sorte de punaise, l'*Ornithorus Larigni*, insecte lignivore qui vit dans les planchers des habitations.

Il convient donc d'avoir recours à la maçonnerie de briques ou de moellons, ou encore au ciment armé, lorsque les circonstances locales le permettront (prix de revient du ciment suffisamment bas et possibilité de se procurer la qualité de main-d'œuvre nécessaire).

Pour la même raison, on proscrira en général l'usage des planchers en bois (à moins d'avoir recours à des bois extrêmement durs), pour leur substituer des aires en carreaux céramiques ou même en mosaïque, cette dernière plus coûteuse, mais ayant par contre l'avantage de supprimer les joints existant entre les carreaux, joints qui, avec le temps, finissent par se creuser et par devenir des nids à poussière.

En ce qui concerne l'épaisseur à donner aux murs, les auteurs qui ont traité la matière s'accordent généralement pour donner aux murs une grande épaisseur; ainsi, d'après Treille[2], « une épaisseur de 50 centimètres, surtout si le mur est bâti en matériaux ordinaires et homogènes, est absolument insuffisante ».

Nous croyons, quant à nous, qu'il n'y a rien d'absolu à cet égard, et que, pour l'organisation des maisons coloniales du type actuel[3], il convient de se régler sur des considérations étroitement liées au régime thermométrique du lieu où l'on bâtit.

Si le climat est caractérisé par des écarts nycthéméraux très considérables ($>25°$) et par une atmosphère sèche (cas des régions désertiques), on aura tout avantage à employer des murs d'une grande épaisseur, car, avec ce dispositif, la température réalisée à l'intérieur des locaux sera à peu près constante et voisine de la température moyenne du jour; si celle-ci n'est pas excessive, le repos de nuit de l'habitant européen sera assuré dans de bonnes conditions, en même temps qu'il sera soustrait à l'action déprimante des grandes chaleurs de l'après-midi.

Mais il n'en sera pas en général ainsi, car l'immense majorité des climats tropicaux, surtout pendant l'hivernage, est, au contraire, caractérisée par la faiblesse des écarts nycthéméraux, en même temps que par une température moyenne élevée et une atmosphère humide. Or, sous de tels climats, on souffre bien moins de la chaleur de la journée que de celle de la nuit. En d'autres termes, *il importe beaucoup plus d'abaisser les minima nocturnes que d'abaisser les maxima diurnes.*

Or, avec des murs épais jouant le rôle de volants de chaleur, c'est précisément ce dernier fait qui se produira, et, pour diminuer de 3° le maximum diurne, on arrivera à augmenter d'autant le minimum nocturne, déjà peut-être trop élevé pour permettre un repos franchement réparateur.

Quiconque a habité des climats tropicaux humides (Cochinchine, Congo, Guyane) sait, en effet, l'extrême importance qu'exerce, aux environs de 29°, une variation thermométrique de 1° ou 2° sur le sommeil de l'Européen.

D'après ce qui précède, la solution la plus avantageuse consisterait donc à enclore les chambres à coucher par des murs minces et les locaux habités pendant le jour par des murs épais. Une telle solution ne sera, en général, pas acceptable au point de vue pratique, et, dans ce cas, il conviendra de donner résolument la préférence aux constructions légères pour la raison indiquée plus haut.

Une autre solution satisfaisante consistera à constituer les parois des locaux par une double paroi mince avec couche d'air intermédiaire[1]. Une telle habitation, à la condition d'être fermée pendant le jour et largement ouverte pendant la nuit, aura des maxima diurnes et des minima nocturnes relativement bas.

A la vérité, il existe certains climats, tels que celui du Soudan, qui participent à la fois du climat désertique et du climat tropical type envisagé précédemment, tandis que d'autres, comme le Tonkin, jouissent d'une saison relativement froide et humide. Lorsqu'il en sera ainsi, le constructeur dévra évidemment tenir compte de la longueur relative des diverses saisons et de l'allure de chacune d'elles.

Voici, par exemple, trois courbes hebdomadaires pouvant servir à caractériser, au point de vue thermométrique, les trois saisons types de l'année, à Kayes, dans le Haut-Sénégal (fig. 1).

Si l'on observe, en outre, que la saison sèche dure quatre mois, la saison chaude trois mois et l'hivernage cinq mois, il ressort immédiatement,

[1] J.-P. Langlois : Revue annuelle d'Hygiène. *Rev. gén. des Sc.* du 30 septembre 1906.

[2] *Hygiène coloniale*, p. 138.

[3] C'est-à-dire non munies de dispositifs assurant le refroidissement des locaux.

[1] On trouve, dans les colonies anglaises, un certain nombre d'habitations ainsi construites. Les parois sont généralement constituées par une dalle de ciment armé avec armature en métal Déployé.

de l'ensemble de ces données du climat, que l'emploi de murs épais, à Kayes, aura pour effet de maintenir à l'intérieur des locaux une température moyenne : 1° de 26° (air sec), en saison fraîche; 2° de 35°5, en saison sèche chaude (air sec); 3° de 30°, en saison des pluies (air très humide). Une maison de ce type sera donc à peu près inhabitable, la nuit, pendant plusieurs mois de l'année, alors que des locaux pouvant, au contraire, se mettre rapidement en équilibre de température avec l'extérieur, permettront un repos de nuit à peu près satisfaisant pendant huit à neuf mois de l'année.

La solution du problème posé est donc, en définitive, une question d'espèce, qui doit être étudiée en tenant compte de tous les facteurs météorologiques du climat sous lequel on construit.

Il est d'ailleurs évident que, si l'on se proposait de maintenir à l'intérieur des habitations une température moyenne journalière du lieu, il faudrait au contraire, tout comme dans les pays froids et pour le même motif, avoir systématiquement recours à des murs de grande épaisseur. Nous reviendrons sur ce sujet un peu plus loin.

Pour les mêmes raisons que celles qui viennent d'être données plus haut, les greniers ou faux greniers devront toujours être largement ventilés et les toits pourvus de lanterneaux, que l'on grillagera pour se prémunir contre l'invasion des chauves-souris.

Si la maison a des murs épais, pour que ce dispositif de construction réalise le but visé, à savoir : la diminution des maxima, il est indispensable que l'on supprime, autant que possible, toute communication avec l'extérieur pendant les heures chaudes de la journée.

Cette nécessité implique, par suite, pour les locaux d'habitation, des dimensions telles que le rayonnement et la respiration des individus qui y vivent ne modifient pas sensiblement la température et la pureté de l'atmosphère des pièces habitées.

Si l'on adopte le système des murs d'épaisseur faible ou moyenne, on peut, au contraire, réduire le volume des locaux à condition d'assurer largement le renouvellement de l'air, car nous avons vu quel rôle physiologique important joue, dans les pays à température élevée, la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère. Plus on est près du point de saturation correspondant à la température ambiante, plus il importe de renouveler l'air des locaux habités.

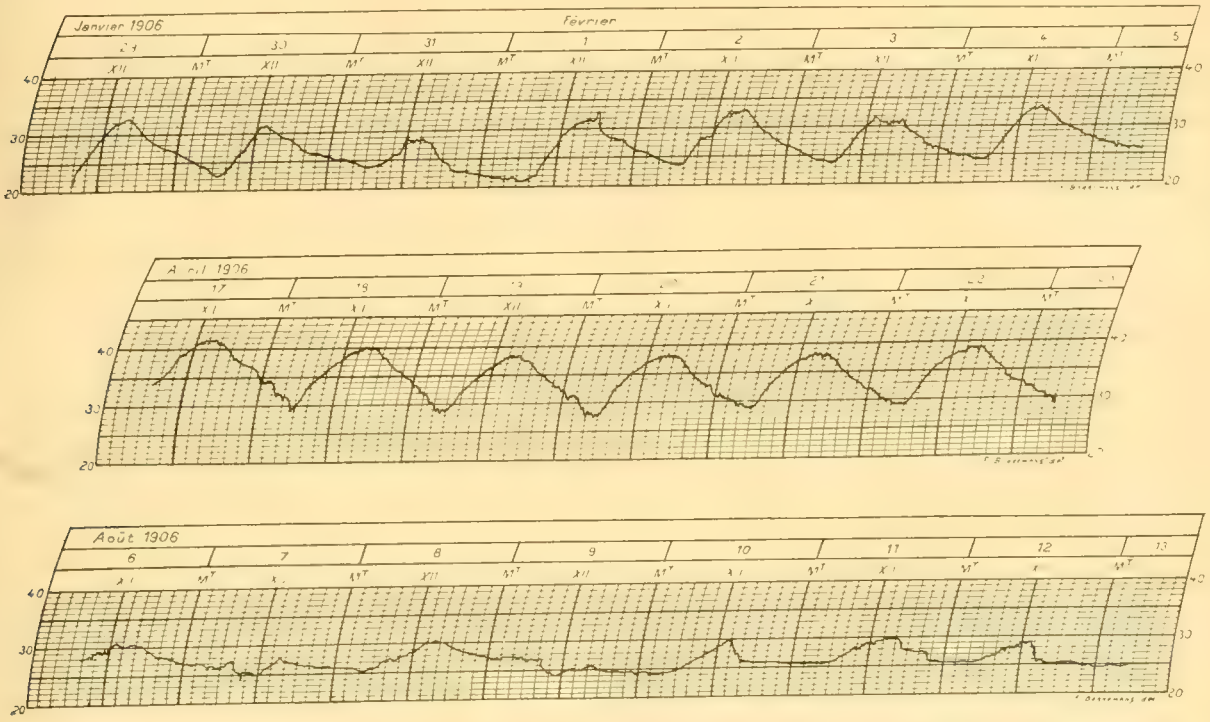


Fig. 1. — *Courbes de la température à Kayes (Haut-Sénégal) à trois époques différentes de l'année.*

Dans le système des locaux hermétiquement clos et à murs épais, on devra compter sur 100 mètres cubes par personne. Dans l'autre hypothèse, on pourra se contenter de chiffres bien moindres et réduire le cube minimum à 30 ou 40 mètres cubes, en supposant assuré le renouvellement de l'air du local.

§ 4. — Eclairement des locaux.

Les pièces de la maison coloniale devront être largement éclairées, mais en tenant compte de

cette condition fondamentale que l'éclairement ne devra être obtenu, ni par les rayons solaires directs, ni par ceux qui sont directement réfléchis sur les nuées. La luminosité excessive du ciel des tropiques, pendant les heures chaudes du jour, en effet, non seulement est pénible pour la vue, mais peut encore provoquer des phénomènes d'insolation, ainsi que semble le prouver l'examen des accidents analogues produits par l'arc électrique, dont on connaît la richesse en rayons ultra-violets.

L'éclairage de jour des pièces sera donc constitué par de la lumière diffuse, distribuée de telle sorte que l'habitant de la maison ne puisse y avoir la vision du ciel dans les moments où le soleil est haut sur l'horizon.

Pour l'éclairage de nuit, on donnera toujours la préférence à la lampe électrique à incandescence, qui chauffe relativement peu et ne déverse aucun produit gazeux dans l'atmosphère.

§ 5. — Distribution de l'eau potable.

La pureté de l'eau destinée aux usages domestiques importe au moins autant dans les pays tropicaux que dans les pays tempérés, car, alors que, dans ces derniers, l'eau impure (au point de vue bactériologique) ne propage guère que la fièvre typhoïde, dans beaucoup de colonies, et principalement dans celles d'Extrême-Orient, elle est, en outre, le véhicule principal de la dysenterie infectieuse d'origine amibienne et du choléra.

On aura donc recours à la filtration et surtout à la stérilisation, ce dernier procédé constituant toujours la méthode de choix à employer, en raison de la possibilité d'infection des filtres.

Le choix du procédé de stérilisation à employer sera dicté au constructeur par des considérations relatives au nombre d'individus à alimenter en eau potable et au prix de revient sur place des divers procédés de stérilisation (chaleur, ozone, procédés chimiques), dans le détail desquels nous n'entrerons pas ici.

§ 6. — Salles de bains et évacuation des matières usées.

Plus encore que dans les pays tempérés et pour des raisons évidentes, l'hydrothérapie est d'un usage impérieux sous les tropiques. On évitera cependant de placer les baignoires ou les appareils à douches dans l'habitation ou dans les locaux contigus à celle-ci. Il convient, en effet, d'éviter avec soin la production de vapeur d'eau dans les pièces habitées, pour les raisons qui ont été données plus haut concernant son rôle nuisible. On installera, par suite, les bains et douches dans des locaux distincts de l'habitation proprement dite, mais en facile communication avec celle-ci par des passages de plein pied largement aérés, à l'abri du soleil et de la pluie. Le plus souvent, il y aura tout avantage à grouper dans un même bâtiment les pièces affectées à cet usage, avec les cabinets d'aisances.

Pour des raisons analogues, la cuisine sera rejetée en dehors de l'habitation proprement dite ; elle en sera placée à proximité et reliée à elle par des galeries organisées comme il vient d'être dit plus haut.

L'évacuation des matières usées aura lieu par les procédés en usage dans les pays tempérés.

Sous aucun prétexte, les ordures ménagères ne devront être conservées dans des récipients ouverts. Le tout à l'égout constituera toujours le procédé de choix à employer pour l'organisation des cabinets d'aisances. Il sera complété, dans le cas où il n'y aurait pas de collecteur, par l'installation de fosses septiques et de puits bactériens destinés à recevoir le liquide résiduel.

§ 7. — Suppression des poussières.

Afin d'éviter les joints des aires carrelées ou des planchers, nous avons constitué le sol des locaux par des aires en mosaïque. Pour des raisons analogues, les parois des murs intérieurs pourront être revêtues de larges carreaux vernissés, le joint vertical n'ayant pas, au point de vue de la poussière, les inconvénients du joint horizontal. On pourra également constituer les parois des murs par des enduits en plâtre ou en ciment et les peindre avec du ripolin ou toute autre peinture lavable.

Le local ainsi constitué pourra être lavé périodiquement à grande eau ; pour faciliter l'évacuation de celle-ci, autant que pour empêcher la pénétration des pluies d'orages, il conviendra de placer l'aire des vérandas à un niveau légèrement inférieur à celui de l'aire des pièces d'habitation proprement dites.

Dans un deuxième article, nous examinerons les moyens de se préserver des atteintes des facteurs pathologiques propres aux pays tropicaux.

C^t P. Bourgoin,
Chef d'Escadron d'Artillerie coloniale.

DE LA PRESSE A BRAS A LA LINOTYPE ET A L'ÉLECTROTYPOGRAPHE.

ESQUISSE DE L'HISTOIRE TECHNIQUE ET SOCIALE DE L'IMPRIMERIE.

DEUXIÈME PARTIE : LES MACHINES A COMPOSER

Dans un premier article[1], nous avons retracé l'histoire de l'imprimerie depuis la découverte de Gutenberg jusqu'au moment où la presse mécanique vint chasser brusquement l'imprimeur de l'atelier; mais là ne s'est pas arrêtée l'influence du mécanisme dans l'industrie typographique. Nous allons voir maintenant comment la machine s'est introduite jusque dans les opérations de la composition.

I. — Les machines a composer.

Dès 1776, on songea à accroître le rendement de l'ouvrier compositeur en adjoignant aux types de la casse des assemblages de lettres de répétition fréquente, tels que *net*, *tion*, *aient*, *eur*.

L'emploi de ces *logotypes* compliqua outre mesure la casse et, au lieu d'accroître la rapidité de composition, la diminua en rendant les erreurs plus nombreuses et en augmentant la durée de la recherche du caractère.

On chercha alors à réaliser mécaniquement les diverses opérations de la composition. Rappelons ces opérations : Une fois les caractères constituant une ligne choisis et rangés, le compositeur *justifie* la ligne composée en répartissant entre les mots l'espace libre de manière à donner à la ligne la longueur exacte qu'elle doit avoir. Plus tard, le même ouvrier devra distribuer dans la casse les caractères qui ont servi à l'impression.

La première idée de machine à composer paraît devoir être rapportée à l'Anglais Church (1822). Les premiers dispositifs, imités de celui qu'imagina Ballanche en 1833, consistaient à munir la casse d'un clavier dont la manœuvre des touches libérait le caractère correspondant, qui venait se ranger dans le composteur. La seule opération du choix des caractères était rendue mécanique. La justification et la distribution restaient manuelles.

Un autre procédé, imaginé peu après, consistait à laisser les deux mains du compositeur libres de puiser simultanément dans la casse. Les caractères, ainsi trouvés plus rapidement, sont jetés dans un entonnoir, d'où ils sont dirigés et rangés automatiquement dans le composteur.

Ces deux procédés économisent, en définitive, le temps mis au choix du caractère et à son arrangement dans le composteur, mais laissent aussi longues que par le procédé manuel justification et distribution.

Le dispositif à clavier fut imité et perfectionné successivement par Gobert (1839), par de Kliéger (1840), par Youg et Delcambre, qui exposèrent en 1844 une machine qui, adoptée un moment dans

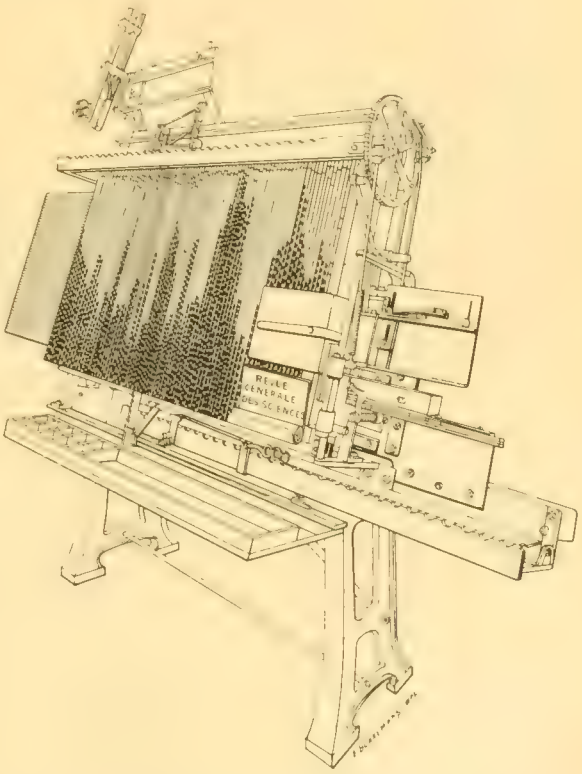


Fig. 1. — *Machine à composer et à distribuer Lagerman* (1885). — Par la manœuvre de doigtiers, le compositeur assemble les caractères choisis qui se trouvent disposés en colonnes successives. En même temps, un ouvrier distributeur peut, par une manœuvre de doigtiers analogue, répartir dans leurs colonnes respectives les caractères d'une forme ayant servi. La justification de la ligne est automatique, le mécanisme réduisant, par la substitution de 1/4 de cadratin au 1/3 de cadratin, la longueur des lignes qui dépassent la justification.

les ateliers parisiens, fut rapidement délaissée, vu ses inconvénients.

Depuis, de très nombreuses machines à composer, de plus en plus perfectionnées, ont été imaginées.

[1] Voir la *Revue générale des Sciences* du 30 octobre 1907, t. XVIII, p. 817.

Chacune d'elles marque le plus souvent un progrès sur la précédente et cherche à éviter l'inconvénient, à prévenir la critique que l'usage a fait formuler relativement à sa devancière. De cette manière et par ses progrès successifs, la machine à composer est devenue presque parfaite, et l'on ne voit guère quelle critique on pourrait faire au dernier modèle présenté : l'*électrotypographe*, qui, mis au point en 1902, perfectionné encore tout récemment (1907) et adjoint au *télétypographe*, est susceptible de fonctionner sans reproches sérieux et dont l'usage ne peut que se généraliser. Son introduction dans la typographie en révolutionne une fois encore l'économie et est de nature à accroître, dans des proportions presque infinies, le rendement

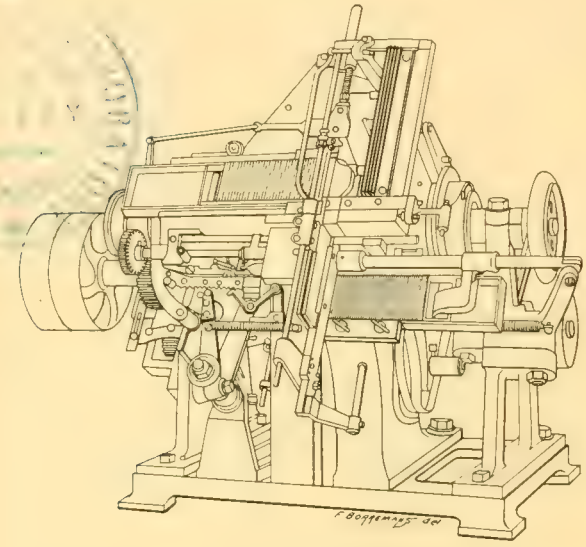


Fig. 2. — *Machine à justifier Desjardins*, — La machine compte automatiquement les espaces de la ligne à justifier, évalue le vide restant au bout de la ligne, divise enfin l'intervalle total de blanc par le nombre d'espaces. La machine intercale alors une combinaison d'espaces égale au résultat trouvé entre chaque mot, et la ligne se trouve dès lors exactement justifiée.

typographique, de telle manière qu'on peut, à son aide, répondre sans crainte à une demande de production d'impressions faites dans des conditions de rapidité et de nombre même imprévues.

Avant d'en présenter le dispositif et pour le mieux comprendre, — ne pouvant ici faire la description détaillée de l'appareil, — nous passerons en revue les précédentes machines à composer en ne retenant que les plus caractéristiques, au sujet desquels nous fournirons quelques renseignements.

§ 1. — Première classe de machines à composer : Machines effectuant la composition à l'aide de caractères mobiles.

Les premiers types de machines à composer : les machines Kasteinbeim, Thorne, Simplex, Lagerman (1885), Paige, Desjardins (1898), Calendoli (1900), etc..., forment la classe des *machines effectuant la composition à l'aide de caractères mobiles*, qu'elles distribuent ensuite, souvent au moyen de mécanismes indépendants de ceux de composition. La grande majorité de ces machines composent en libérant, par le jeu d'un clavier, les caractères répartis dans les canaux d'un magasin. Peu d'entre elles justifient la ligne.

1. *Machine Lagerman.* — La machine Lagerman

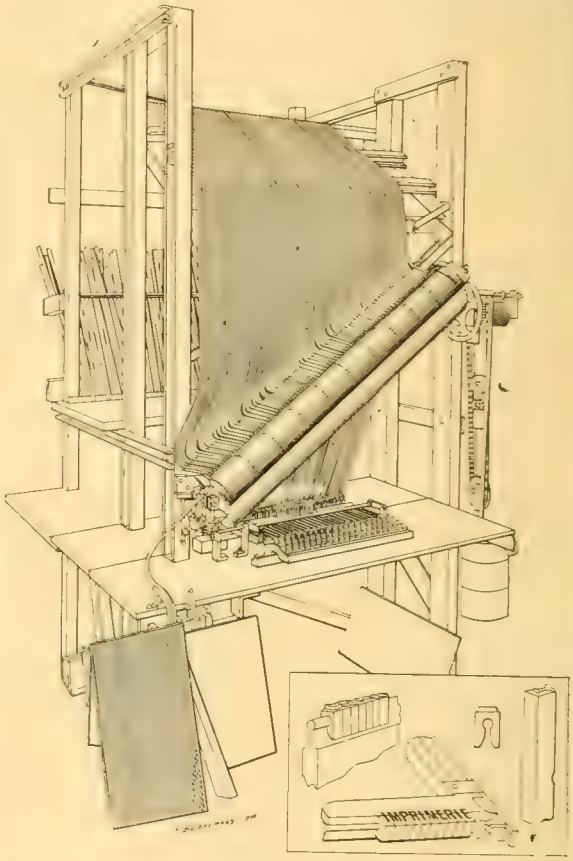


Fig. 3. — *Machine à composer Calendoli.* — Des types dont les pieds ont une forme particulière sont répartis dans 90 magasins. Ils y sont enfilés dans des rails à champignon. Un dactylographe libère, par la manœuvre des touches d'un clavier, les types successifs convenables, qui, guidés le long d'un cylindre incliné, s'assemblent par leur propre poids. Un ouvrier recharge par derrière les magasins à mesure qu'ils se vident. La machine compose à la vitesse dactylographique, mais ne justifie pas.

(fig. 1), de dispositif assez simple, recourt, tant pour distribuer que pour composer, à l'intermédiaire de doigtiers au lieu d'un clavier. La justification de la ligne est automatique. Les espaces entre les mots, répartis également à la valeur de deux fois 1/3 de cadratin, donnent soit une ligne justifiée, soit une ligne trop longue. Le mécanisme de justification a pour objet de placer alors 1/4 de cadratin à la place de 1/3 de cadratin; la ligne se raccourcit

ainsi de 1/12 de cadratin. L'opération se répète jusqu'à justification complète.

2. *Machine Desjardins.* — La machine Desjardins[1] (fig. 2) est une machine à justifier qu'on associe en Amérique à des machines à composer. Les lignes d'une galée sont levées successivement par la machine, qui compte les espaces entre les mots, lesquels, à cet effet, ont été composés au moyen de petites bandes de cuivre dépassant le niveau de la composition. Un autre organe de la machine *tâte* pour ainsi dire le vide restant au bout de la ligne, l'ajoute à la longueur totale de blanc représentée par les espaces comptées et divise le tout par ce nombre d'espaces. Par la combinaison de trois formats d'espaces (17, 24 et 31 millièmes de pouce) qu'elle détient en réserve, la machine forme et intercale entre les mots l'espace qu'elle a ainsi calculée. S'il y a un reste à la division, une disposition ingénieuse de la machine le réserve et le réalise à la dernière espace de la ligne. Le fonctionnement du mécanisme calculateur demande moins d'une seconde.

Fig. 4. — *La Typograph, machine à composer la ligne clichée.*

3. *Machine Calendoli.* — Nous n'achèverons pas cette exposition rapide des premiers types de machines à composer sans dire un mot de la machine Calendoli (fig. 3), qui n'est à vrai dire qu'une composeuse. La machine Calendoli compose à la vitesse d'un dactylographe, c'est-à-dire 15.000 caractères à l'heure. Les types, de forme particulière, sortent de 90 magasins porte-types, constitués par des rails à champignons sur lesquels sont enfilés les types. Un ouvrier, placé derrière la machine, recharge les magasins à mesure qu'ils se vident. Un cylindre incliné, muni de rails suivant ses génératrices, reçoit chaque type que le dactylographe libère par la manœuvre des touches d'un clavier. Les types se trouvent ainsi rangés dans une galée par leur propre poids.

La machine ne justifie ni ne distribue. Il faut donc lui associer une équipe de justificateurs et de distributeurs ou de fondeurs de caractères. Mais la rapidité de composition laisse une grande marge pour la justification et la distribution manuelle. On peut, d'ailleurs, associer à une machine Calendoli une machine Desjardins du type déjà décrit.

§ 2. — **Seconde classe de Machines à composer : Machines à fondre.**

Une seconde classe de machines à composer marque un progrès intéressant sur la première en ce qu'elles suppriment complètement la distribution des caractères. Ce sont les *machines à fondre.* Elles répondent ainsi à la critique, faite à leurs devancières, de nécessiter des caractères spéciaux, munis de crans particuliers (cran Lagermann, œillet Calendoli, par exemple), permettant la saisie des caractères par les organes de la machine.

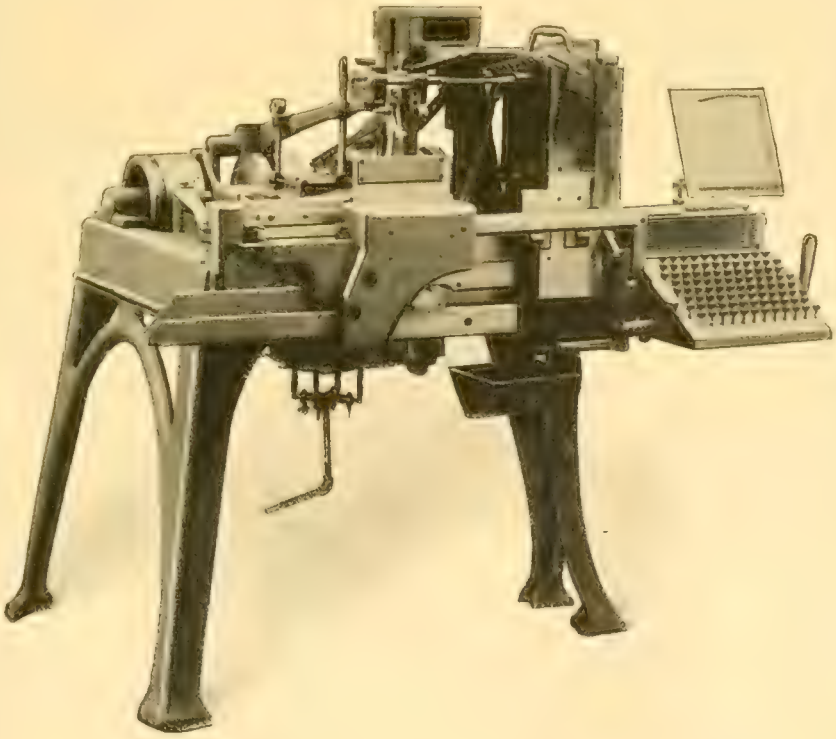


Fig. 5. — *La Monoline, machine à composer la ligne clichée.*

Elles doivent être réparties en deux catégories bien distinctes.

1. *Première catégorie : Machines à fondre la ligne.* — Dans une première catégorie, nous rangerons les *machines qui fournissent les lignes stéréo-*

[1] Desjardins, constructeur américain de Hartford (Connecticut).

typées, les lignes clichées. Les touches du clavier composent la ligne en matrices de cuivre. La justification est obtenue au moyen de bandes de cuivre en forme de biseaux, qui s'enfoncent ensemble entre les mots en les espaçant jusqu'à ce que la longueur de justification soit atteinte. Un jet de plomb liquide, projeté avec force sur ces matrices formant le fond d'un moule, fournit la ligne clichée.

On retrouve ici le système de stéréotype imaginé, dès 1801, par Herhan, appliqué à une seule ligne de caractères. Dans cette première catégorie de machines viennent se ranger la Typograph (fig. 4) de Rogers, la Monoline (fig. 5) de Scudder, et enfin la Linotype (1886) de Mergenthaler, la plus ancienne et l'une des plus connues en France des machines à composer la ligne (fig. 6 à 10).

Il ne faudrait pas croire que tout organe distributeur soit supprimé dans ces machines à fondre. Les matrices de cuivre doivent, en effet, revenir dans leur logement, après avoir servi au clichage de la ligne. A cet effet, elles sont saisies par une barre de distribution fixe en forme de V, dont les branches portent gravés toute une série de vides dans lesquels viennent s'engager des dents correspondantes, ménagées sur l'un des flancs de chaque matrice. La disposition des dents varie

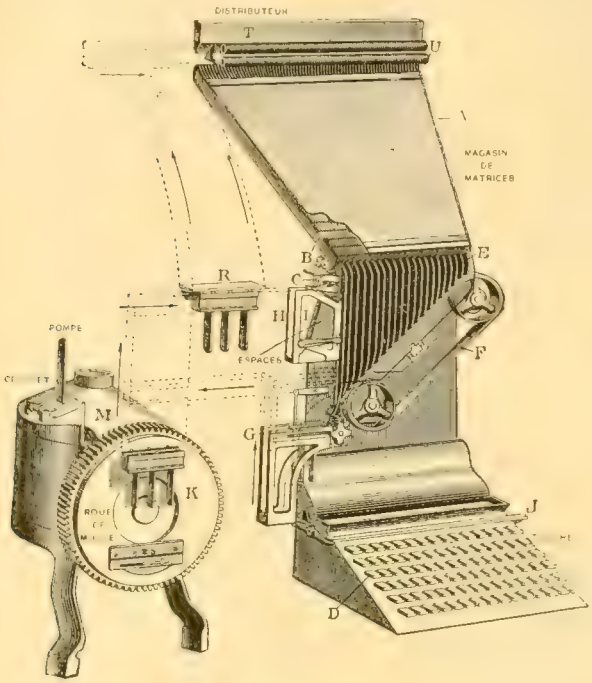


Fig. 6.

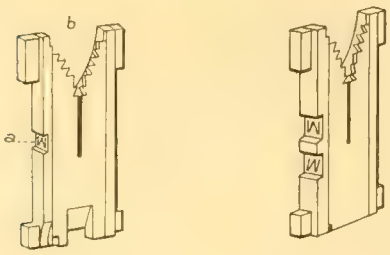


Fig. 7.

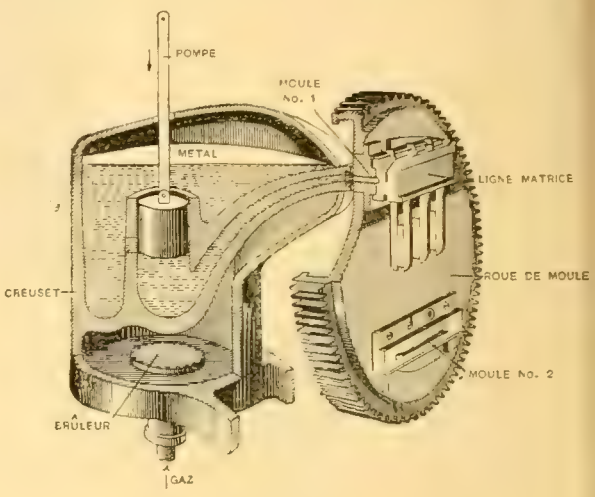


Fig. 8.

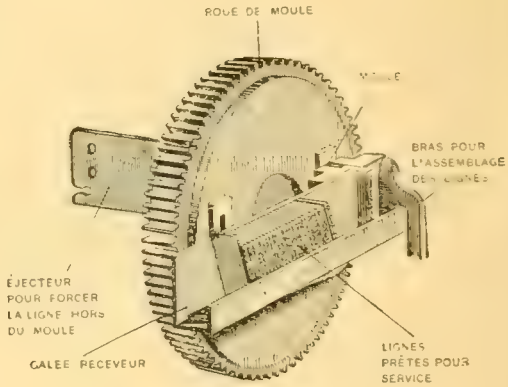


Fig. 9.

Fig. 6 à 9. — *Machine à fondre la ligne la Linotype.*

Fig. 6. — *Schéma du fonctionnement de la machine.* — Les types, situés dans le magasin A, et libérés par les touches du clavier D, tombent dans le composteur G, par l'intermédiaire des canaux E et de la courroie d'entraînement F. Des espaces I, libérées par la barre J, assurent la justification par leur enfoncement plus ou moins grand. La ligne de matrices K, amenée à la roue de moulage M, reçoit le jet de plomb extrait du pot de fusion par le jeu d'une pompe. Lorsque la ligne est fondue, la file de matrices R remonte vers le distributeur T, où, grâce aux crans différenciés que porte chaque matrice, leur distribution est assurée dans les cases respectives du magasin A.

Fig. 7. — *Matrices.* — A gauche, matrice à une seule lettre; *a*, empreinte en creux du type à fondre; *b*, série de crans assurant ultérieurement la distribution. — A droite, matrice à deux lettres.

Fig. 8. — *Détails de l'opération du moulage d'une ligne.*

Fig. 9. — *Démoulage d'une ligne.* — Un levier éjecteur repousse la ligne fondue à côté des lignes précédentes sur une galée.

avec chaque lettre; la distribution des vides varie également le long de la barre de distribution placée au-dessus de la série des compartiments du magasin. Les choses sont ainsi disposées que, lorsque la matrice se trouve poussée le long de la barre de distribution et amenée au-dessus de son logement, elle n'est plus retenue à ladite barre par aucune échancrure et tombe alors dans sa case. On retrouve là quelque chose d'analogue au dispositif chercheur qui, dans l'appareil télégraphique de Baudot, fait imprimer la lettre émise, au moyen d'une combinaison de cinq leviers, au moment

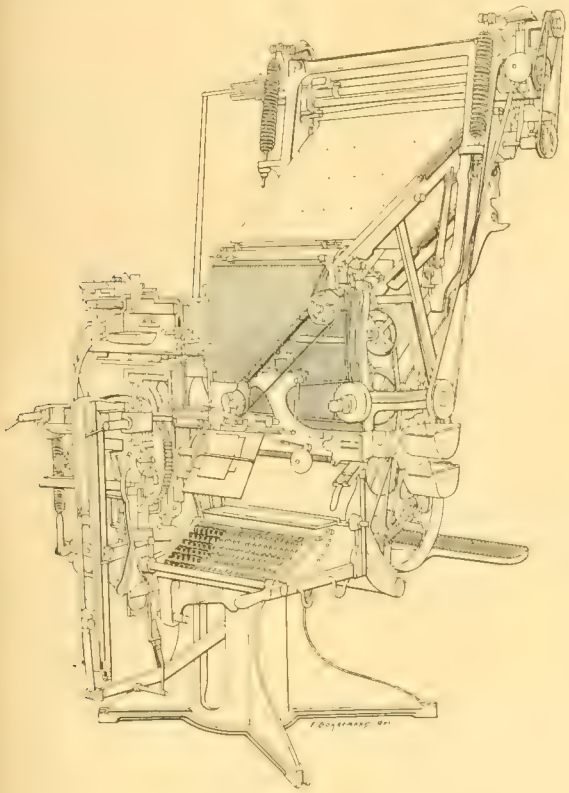


Fig. 10. — *Vue d'ensemble de la Linotype.*

même où la roue des types portant cette lettre la présente suivant la verticale. Ce n'est pas l'unique parenté que nous trouverons entre les machines à composer et les dispositifs mécaniques des télégraphes multiples. Peu d'inventions se sont mutuellement plus pénétrées que celle des télégraphes rapides et celle des machines à typographier.

La force motrice nécessaire pour actionner une linotype est moindre qu'un demi-cheval. La vitesse de composition est normalement de 5.000 caractères à l'heure et peut atteindre, avec des opérateurs exercés, 6 à 7.000 à l'heure. La vitesse de composition de la Monoline serait de plus de 8.000 à l'heure, d'après les catalogues; d'après les imprimeurs, cette vitesse serait excessive.

Un seul opérateur manœuvre la machine. Un surveillant suffirait à nettoyer, contrôler et entretenir 5 ou 6 machines. Par contre, les corrections nécessitent la réfection complète de la ligne; l'opérateur éprouve une fatigue cérébrale incomparablement plus grande que celle ressentie par le compositeur à la casse. Il se trouve soumis à un véritable surmenage, ayant, en effet, l'attention toujours en éveil; non seulement il doit lire le manuscrit cinq ou six fois plus vite qu'un compositeur, mais surveiller encore clavier et fourneau à fondre; il travaille, enfin, dans une atmosphère

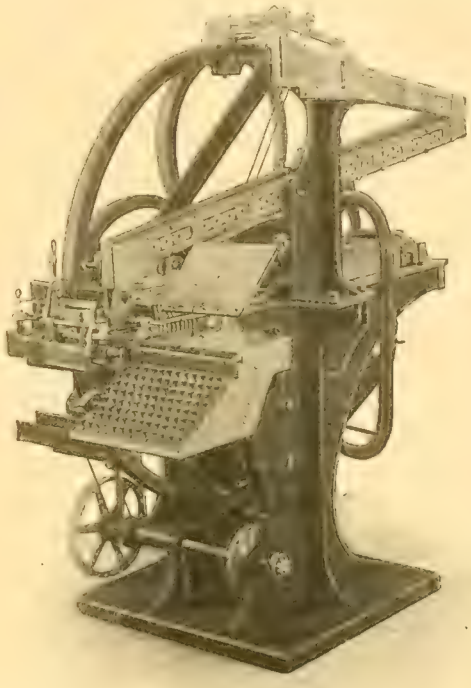


Fig. 11. — *Machine à composer la ligne fondue La Rototype.* — Le transport des matrices libérées par la manœuvre du clavier s'opère au moyen d'une grande roue qui éprouve des rotations successives de 90° toujours dans le même sens. Les matrices sont ainsi portées du clavier à l'organe de justification (0° à 90°), de la justification à la fonte (90° à 180°), de la fonte au distributeur (180° à 270°). On trouve ainsi au même instant autour de la roue, lorsque la machine est en marche : une ligne de matrices qui se compose (0°), une ligne de matrices qui se justifie (90°), une ligne de matrices qui sert à la fonte (180°), une ligne de matrices qui se distribue (270°).

surchauffée par le creuset de plomb fondu dont est munie la machine. Aussi le Secrétariat typographique international estimait-il, dans son Rapport de 1894, peut-être avec un peu d'exagération, mais non sans raison, qu'un opérateur-linotypiste serait usé à l'âge de trente ans; il semble que cette limite doit être reculée à trente-cinq ou quarante ans, ce qui est encore très grave.

En dehors de l'inconvénient que présente ce

premier type de machines à fondre : réfection de la ligne entière pour la moindre correction, il en présente un autre. Les imprimeurs se plaignent que les monolines, les typographes, les linotypes ne frappent pas assez froidement leurs matrices, formées de parois trop minces, pour fournir un œil suffisant et une impression bien nette. De plus, les lignes clichées, souvent creuses, peuvent s'écraser dans la mise en forme.

La Rototype (fig. 11), imaginée tout récemment par un Autrichien, M. Schimmel, fournit également une ligne fondue d'un seul bloc. Une grande roue porte quatre collecteurs transporteurs, placés à 90° les uns des autres. L'un des collecteurs I, celui qui est placé à une des extrémités du diamètre horizontal de la grande roue dans la position de départ, reçoit la rangée de matrices formant une ligne. Il est transporté au bas du diamètre de la grande roue où la justification s'opère, pendant que le deuxième collecteur II reçoit à son tour une rangée de matrices. La justification ne laisse pas d'être ingénieuse : Les lignes sont composées avec des espaces élastiques; elles sont toujours un peu plus longues que la justification. En resserrant la ligne à la longueur exacte de justification, chaque espace se trouve complètement diminuée par suite de son élasticité. Un nouveau mouvement d'un quart de tour de la roue amène la ligne justifiée au pot à fondre; en même temps que le collecteur I reçoit la fonte, le collecteur II est justifié, le collecteur III reçoit la série des matrices formant une troisième ligne. Enfin, un dernier quart de tour amène les matrices de la première ligne composées, préalablement débarrassées de la ligne fondue, au haut du diamètre vertical, où elles se distribuent dans le magasin, d'où elles seront utilisées à une composition ultérieure. Le même jeu de rotation successive par quart de tour se continue, si bien que, lorsque la machine est en marche, pendant qu'une ligne se compose, la précédente se justifie, la pénultième est fondue et les matrices de l'antépénultième se distribuent.

Un des avantages de la Rototype est que le pot à fondre est aussi éloigné que possible de l'opérateur.

La distribution des matrices est simplifiée par l'emploi de disques analogues aux noix de l'électrotypographe, mais portant gravés dix caractères au lieu de trois. On associe ainsi, sur le pourtour du même disque, des matrices de lettres de même épaisseur, majuscules larges, G, M, W, ... minuscules étroites, *i*, *l*, *t*, *!* ..., minuscules de moyenne épaisseur, *d*, *c*, *e*, ... Tous les disques de même épaisseur et garnis des mêmes lettres prennent place dans un même compartiment du magasin. La machine les en libère en les enfilant autour d'un axe sur lequel elles ne se trouvent fixées que lorsque la lettre demandée est venue se placer dans la verticale.

La Rototype peut composer 6.000 lettres à l'heure et ne nécessite que la puissance d'un huitième de cheval.

Le dernier modèle de rototype, celui auquel s'arrêtent les constructeurs actuels, MM. Béha, Hinzelin et Bergeret, de Nancy, et qui doit être livré en décembre 1907, ne comporte plus de roue à proprement parler, mais trois bras avec seulement trois porte-matrices. Ces porte-matrices sont à charnières, ce qui rend la correction plus facile et plus simple.

Le clavier de ce dernier modèle comporte 100 touches. Il y a 400 matrices romains et 400 matrices italiques. L'œil du caractère est plus profond que celui de la linotype. Enfin, la machine, qui pèse 450 kilogs environ, n'occupe qu'un emplacement restreint : longueur, $1^m,40$; largeur, $0^m,85$; hauteur, $1^m,50$.

2. *Seconde catégorie : Machines à fondre le caractère.* — C'est pour échapper aux critiques faites aux machines à fondre la ligne, en général, que la seconde catégorie de machines à fondre a été imaginée. *Ces machines composent en caractères mobiles fondus à mesure et assemblés en lignes justifiées au moyen d'espaces fondues à mesure d'après des dimensions calculées d'avance.* C'est le travail même du compositeur à la casse que la machine effectue, en n'omettant aucune des opérations successives, mais en accroissant dans des proportions énormes la rapidité de composition. Comme toujours, ces machines, dont certains types réalisent la plus grande perfection, appliquent le principe si fécond de la division du travail. Deux appareils absolument distincts sont associés : 1° *une machine à composer* à clavier, qui n'est autre qu'une machine à écrire perforant à mesure une bande de composition, laquelle est transmise à la machine à fondre; 2° *une machine à fondre*, qui reçoit les indications de la machine à composer, fond les caractères successifs, ainsi que les espaces, et les assemble en lignes justifiées.

Le principe de ces machines fut conçu en 1872 par l'Américain Westcott. On ne peut s'empêcher de rapprocher le principe de cette mise en relation de deux machines, au moyen d'une bande convenablement perforée, de celui utilisé dans le télégraphe automatique de Wheatstone[1], imaginé par ce physicien en 1859.

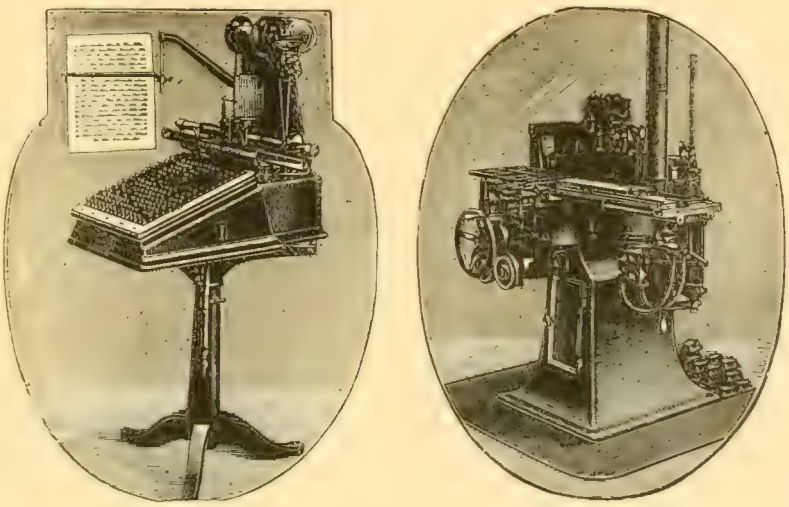
Les deux premiers types de cette catégorie sont

[1] Wheatstone, physicien anglais, né à Gloucester en 1802, mort en 1875.

la Graphotype de Goodson, et la Monotype de Lanston (fig. 12).

La Graphotype emploie, pour résoudre le problème tel que nous venons de le poser, plus de 650 contacts à mercure et 60 électro-aimants. Ce sont là des causes d'insécurité dans le fonctionnement. De plus, l'opérateur dactylographe doit, à la fin de chaque ligne, procéder à une lecture de deux nombres sur des tables ou des cadrans, puis choisir d'après ces lectures, dans un ordre déterminé, un certain nombre de touches spéciales qui commandent les perforations de justification. Le bloc porte-matrice, qui pèse 3 kilogs, effectue 20.000 mouvements à l'heure, suivis d'arrêts brusques qui sont une cause d'ébranlement et d'usure.

La Monotype est basée sur le même principe. Un dactylographe compose à la machine à écrire une bande perforée; la composition s'imprime en caractères clairs comme à la machine à écrire, ce qui permet un contrôle de la composition. La justification nécessite, comme dans la Graphotype, une lecture et le choix d'un levier; la vitesse de composition ne peut donc atteindre celle de la dactylographie ordinaire.



a b

Fig. 12. — *Machine à fondre le caractère la Monotype.* — Un dactylographe compose, au moyen de la machine à écrire (*a*), une bande perforée qui constitue une sorte de stéréotype. Cette bande perforée, passant dans la machine à fondre (*b*), détermine la fusion des caractères et des espaces successifs et leur arrangement en lignes justifiées. Le mécanisme de la machine à fondre est actionné par un jet d'air comprimé passant par les perforations de la bande.

La bande perforée est entraînée entre une série de trous disposés suivant la ligne des perforations et une rainure par où arrive un jet d'air comprimé. Ce jet d'air se distribue dans les seuls trous que les perforations de la bande laissent ouverts. C'est ainsi que l'air comprimé est utilisé à actionner un mécanisme qui fait avancer la matrice correspondant au caractère demandé et la place sous le creuset contenant la matière maintenue en fusion par un bec de gaz. Une goutte s'écoule alors pour former le caractère qui, refroidi presque immédiatement après, est déposé dans une gouttière où s'alignent les caractères formant la ligne. Les corrections sont ici faciles, puisque les caractères sont séparés. Toutefois, ici encore, le fonctionnement est rendu délicat par l'application qui est faite de l'air comprimé.

II. — L'ÉLECTROTYPOGRAPHE.

L'électrotypographe, imaginé par les inventeurs hongrois, MM. Meray et Rozar, présente sur ses devanciers une supériorité incontestable. La justification est rendue absolument automatique. Le dactylographe, sans faire aucune lecture, manœuvre à la fin de chaque ligne un seul levier; on peut donc atteindre, pour la composition, la vitesse même du dactylographe, soit 15.000 lettres à l'heure.

§ 1. — Machine à composer.

1. *Description générale du fonctionnement.* — La machine à composer (fig. 13) comprend une machine à écrire Williams qui, fournissant une copie de la composition, en permet le contrôle et constitue ainsi une *épreuve avant la fonte.* A cette machine sont accouplées une perforatrice et une calculatrice. La perforatrice agit sur une bande de papier qui reçoit une rangée de perforations. Huit séries de perforations peuvent s'étager suivant la largeur de la bande (fig. 14); nous les désignerons par les chiffres : 1, 2, 3, 4, 5, 0, 6 et 7. Les perforations 0 sont faites d'une façon constante et servent à l'entraînement de la bande. Les combinaisons des perforations 1, 2, 3, 4 et 5 correspondent, à la manière des combinaisons des cinq leviers du manipulateur du télégraphe de Baudot, à la série des lettres minuscules. A ces combinaisons de perforations se trouve-t-elle jointe la perforation 7, la lettre est alors majuscule. Si c'est la perforation 6 qui est jointe à l'une des combinaisons 1, 2, 3, 4 et 5, on obtient un signe de ponctuation. Ainsi, les perforations 3 et 4 correspondent à la lettre minuscule *b*; les perforations 3, 4 et 7 correspondent à la lettre majuscule B; les mêmes perforations 3, 4, associées à 6, indiquent le point d'exclamation (!).

En même temps que la bande se perfore, l'appareil calculateur enregistre l'épaisseur du caractère

correspondant tel qu'il sera fondu ultérieurement, épaisseur exprimée en dixièmes de millimètre. Entre les mots, le calculateur estime les espaces à la valeur normale de 15/10 de millimètre. Ces épaisseurs sont totalisées à mesure que la ligne s'écrit. A la fin de la ligne, par la seule manœuvre de la touche de justification abaissée par le dactylographe, l'appareil : 1° calcule la différence entre le total des épaisseurs et la longueur imposée à la ligne; 2° divise cette différence par le nombre des espaces; 3° inscrit sur la bande, sous la forme d'une perforation particulière, la correction qui en résulte pour chaque

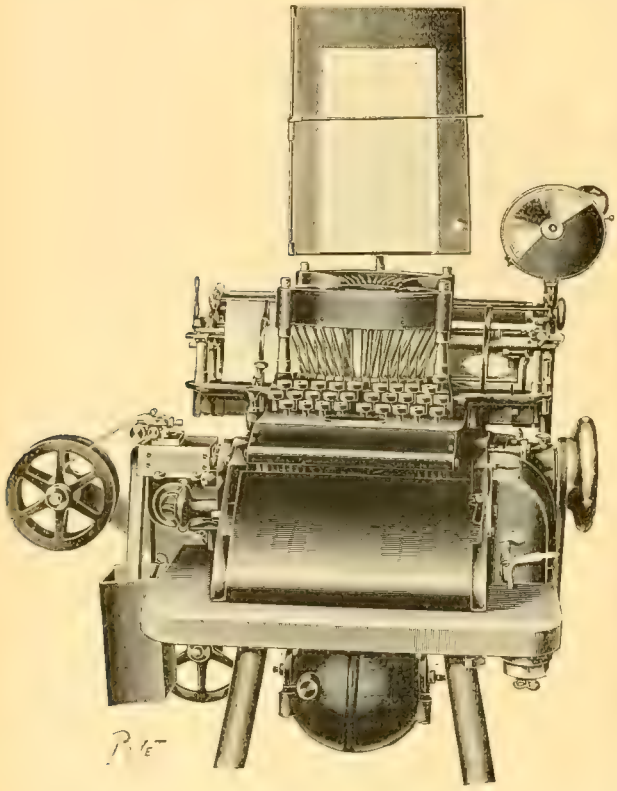


Fig. 13. — *Machine à écrire et à perforer de l'Electrotypographe.* — En même temps que l'opérateur obtient un *épreuve avant la fonte* du manuscrit par l'abaissement des touches d'une machine à écrire Williams, ces touches agissent sur un perforateur qui prépare une bande perforée qui servira de cliché et conduira la machine à fondre. Un calculateur enregistre simultanément l'épaisseur des caractères qui seront fondus et divise la longueur totale de la ligne par le nombre d'espaces. La manœuvre machinale d'une seule touche de justification, actionnée à la fin de la ligne, inscrit trois perforations qui indiquent la largeur exacte de l'espace à fondre pour cette ligne.

(Cliché de l'*Eclairage électrique*.)

espace. Ces corrections peuvent d'ailleurs correspondre soit à une augmentation de la valeur normale de l'espacement 15/10 de millimètre, soit à une diminution de cet espacement. Trois perforations successives se produisent par la seule et unique manœuvre de la touche de justification : les deux premières consacrées à la manœuvre de justification, la troisième indicatrice de la fin de la ligne.

Le résultat du calcul de justification, inscrit sur la bande, indique de combien de dixièmes de millimètre en plus ou en moins il faut corriger la valeur normale d'espace ($15/10^{mm}$) pour obtenir la ligne justifiée.

Lorsqu'on passe d'un caractère à un autre, du romain à l'italique par exemple, il suffit de changer dans l'appareil compteur un cylindre spécial qui se déplace aisément, mais il n'y a rien à changer à l'appareil de justification.

2. *Théorie de la justification.* — L'opérateur est averti par un timbre lorsqu'il ne reste plus que 5 millimètres de ligne à remplir; il peut, d'ailleurs, dépasser de 5 millimètres la longueur de la ligne prescrite. Il a donc une latitude de 10 millimètres et peut terminer sur la fin d'un mot ou d'une syllabe.

Soient: l la longueur de la ligne prescrite;

λ la longueur atteinte par le totaliseur au moment

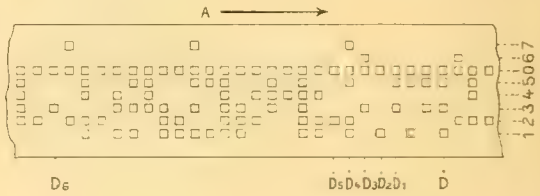


Fig. 14. — *Bande perforée réglant la marche de la machine à fondre de l'Electrotypographe.* — La perforation *0* est continue et sert à l'entraînement de la bande.

Les perforations 1, 2, 3, 4, 5, combinées à la manière des 5 touches du manipulateur du télégraphe Baudot, indiquent la série des lettres minuscules.

Les mêmes perforations, associées à la perforation 7, indiquent la même lettre majuscule : associées à la perforation 6, elles indiquent un chiffre ou un signe de ponctuation.

D_1, perforation concernant la dernière lettre (première à gauche) d'une ligne qui est ainsi achevée.

D_2, perforation commandant l'embrayage du mouvement de transport de la ligne achevée vers la galée.

D_3, perforation commandant la correction supplémentaire à faire subir à un certain nombre (ici trois) d'espaces de la ligne.

D_4, perforation commandant la correction constante à faire subir à toutes les espaces de la ligne.

D_2, D_3 et D_4, perforations opérées par la manœuvre machinale de la seule touche de justification.

D_5, perforation concernant la première lettre de la nouvelle ligne, dont les espaces viennent d'être fixées par les manœuvres de justification.

où l'opérateur termine la ligne, longueur comprenant les espaces normales, c'est-à-dire évaluées à 15/10 de millimètre;

n le nombre d'espaces de la ligne.

La différence entre la longueur de la ligne justifiée et la longueur de la ligne terminée est $l-\lambda$; cette différence peut être positive ou négative.

Evaluons $\frac{l-\lambda}{n} = \pm q$; supposons tout d'abord que cette division donne un quotient q entier sans reste. Chaque espace de la ligne doit être augmentée (+) ou diminuée (—) de q suivant le signe

de q. Ces calculs sont effectués automatiquement par la machine, et c'est la valeur de q qui se trouve indiquée en perforations sur la bande par la manœuvre du levier de justification.

Supposons que la division $\frac{l-\lambda}{n}$ fournisse un reste r, ce qui a lieu généralement, car la machine ne permet pas de calculer les espaces avec une approximation supérieure au 1/10 de millimètre. Dans ce cas général, outre la correction q qui affecte chaque espace de la ligne, les r premières espaces reçoivent une correction supplémentaire de 1/10 de millimètre, ce qui épuise le reste r.

3. *Epreuve avant la fonte.* — La copie témoin, fournie par la machine à écrire fonctionnant à la manière ordinaire, véritable épreuve avant la fonte, permet la correction avant même que la fonte des caractères soit opérée. Les corrections qui entraînent le remaniement d'une ou plusieurs lignes sont faites en découpant dans la bande la partie défectueuse et en y substituant une partie de bande nouvelle et corrigée; on évite ainsi d'avoir à recommencer la fonte de la partie à corriger. Les petites corrections, qui n'entraînent que le changement d'un ou deux caractères, sont opérées sur la composition fondue, au moyen de la pince ordinaire du typographe.

4. *Touches du clavier.* — Dans le dernier modèle de l'Électrotypographe (modèle 1907), le clavier de la machine à composer comporte en tout 97 touches, dont 90 touches permettent, au moyen d'un levier commutateur, d'écrire 180 caractères. Une touche est réservée à la justification; sa manœuvre est purement machinale, l'opérateur n'ayant qu'à l'abaisser à la fin de chaque ligne sans aucune lecture préalable. Une touche est adjointe pour les trous de transports 0 seuls dans la bande; une autre large touche pour les espaces variables, et enfin 4 touches pour les espaces fixes : cadratin, 1/2 cadratin, etc.

§ 2. — **Machine à fondre.**

La bande perforée, extraite de la machine à composer, est transportée sur la machine à fondre (fig. 15). Ces deux machines sont tout à fait indépendantes. On peut composer à loisir des bandes perforées et ne les traduire en caractères fondus que suivant les besoins. Cette indépendance n'est pas un des moindres avantages des machines fondant le caractère mobile, en particulier de l'Électrotypographe, type parfait de cette catégorie de machines. Elle permet, en effet, de ne tirer qu'un nombre limité d'exemplaires d'un ouvrage, et, ayant conservé les bandes perforées qui correspondent à sa composition, de faire un nouveau tirage en faisant passer à nouveau les bandes perforées dans la machine à fondre, qui fournira ainsi autant de tirages successifs qu'on désire : cela sans nécessiter une nouvelle composition de l'ouvrage, pas plus que l'inutilisation d'un stock considérable [illegible]ctères, ni même de clichés.

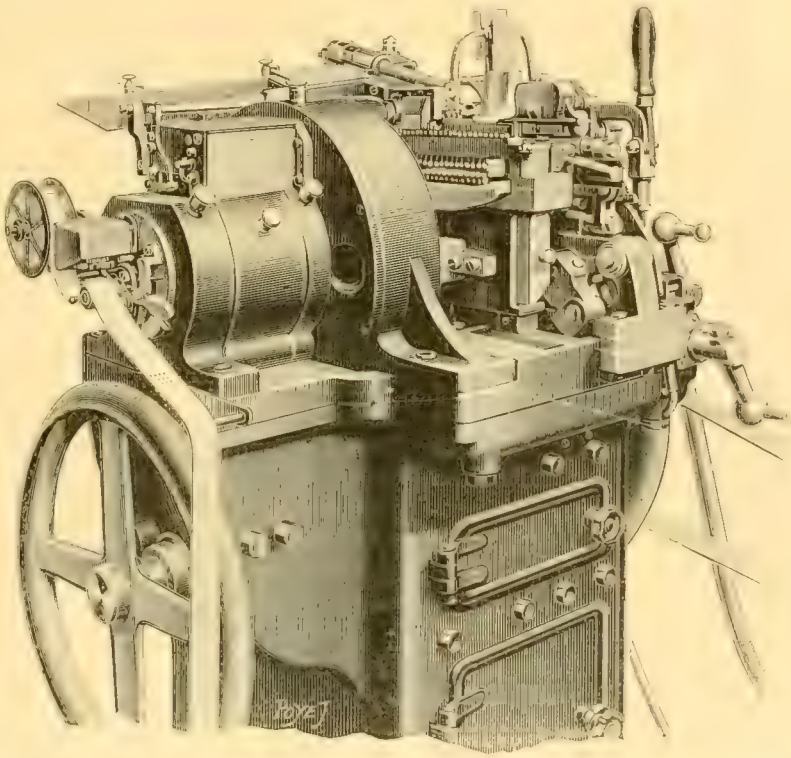
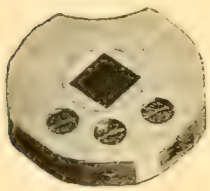


Fig. 15. — *Vue d'ensemble de la machine à fondre le caractère de l'Electrotypographe.* — La bande perforée, engagée dans la machine à fondre, la traverse en sens inverse des perforations successives.
(Cliché de l'*Eclairage électrique*.

Ainsi se trouve résolu, par un procédé encore plus économique que le clichage ou stéréotypage, un des desiderata de la librairie. Une seule typographie puissamment riche, la Typographie des orphelins de Halle en Saxe, était parvenue avant la Révolution, avant l'invention du clichage, à fournir des livres à des prix bi[illegible]s à ceux de ses concurrents, conservant [illegible]ition en magasin et tirant au fur et à mesure des de-

mandes. Mais au prix de quel capital immobilisé !

La bande perforée de l'Électrotypographe de MM. Méray et Rozar passe sur la machine à fondre *en sens inverse* de sa confection. Les lignes sont ainsi fondues lettre par lettre *en sens inverse* de droite à gauche. De cette manière, la machine *connaît, avant de commencer une ligne*, la valeur exacte des espaces qu'elle doit fournir. C'est là un des avantages, et non des moindres, de la division du travail de composition réalisée par la machine.



b a c

Fig. 16. — *Noix porte-matrice de l'Electrotypographe.* — *a*, matrice d'une lettre minuscule; *b*, matrice de la même lettre majuscule; *c*, d'un signe de ponctuation ou d'un chiffre. (Cliché de l'*Eclairage électrique*.)

Le métal fondu est injecté dans un moule dont une extrémité est fermée par une matrice creuse où se forme l'œil du caractère. Un chariot mobile contient 29 noix, sur les facettes desquelles sont gravées les matrices. Chaque noix comprend trois facettes à 45° l'une des autres (fig. 16). La facette médiane porte une minuscule, celle de gauche la même lettre majuscule, celle de droite le signe correspondant. Le choix de la noix se fait suivant la combinaison réalisée par la bande perforée, par un mode analogue à celui du combinateur et des chercheurs du télégraphe de Baudot. Les espaces qui séparent les mots sont fondues comme les caractères ; le moule est alors fermé par une noix sans matrice. L'épaisseur des espaces est déterminée par le tiroir du moule dont le talon vient buter contre l'appareil de justification. Cet appareil comprend 4 disques montés sur le même axe, formant un ensemble qui se dilate ou se contracte, suivant le résultat du calcul de la justification. Quand une ligne est achevée, elle est poussée automatiquement dans une galée, et la machine cesse alors de fondre pendant trois tours, qui sont employés à donner à l'appareil de justification la dimension correspondant aux espaces à fournir à la ligne qui va être composée, dimension indiquée par les perforations D_5, D_4 (fig. 14), qui, à la fin des lignes, sont réservées à la justification ; la perforation 6 signifie soustraction, la perforation 7, addition ; la première rangée D_5 (fig. 14) indique, par le rang de son unique perforation, le nombre des premières espaces de la ligne qui devront recevoir un supplément de correction de 1/10 de millimètre ; la seconde rangée D_4 (fig. 14) indique, en additionnant les rangs de ses perforations de 1 à 5 et en attribuant à la cinquième la valeur 10, le nombre de dixièmes de millimètre qui constitue la correction positive ou négative que doivent supporter toutes les espaces de la ligne.

Prenons l'exemple de la bande de la figure 14. Les perforations 6 indiquent soustraction ; les perforations 7, addition. Nous trouvons :

D_5, perforations 3 et 6.

Cela indique qu'il faut retrancher (perforation 6) 1/10 de millimètre de chacune des trois (perforation 3) premières espaces de la ligne.

D_4, perforations 1, 2, 5 et 7.

Cela indique qu'il faut ajouter (perforation 7), à chacune des espaces de la ligne d'épaisseur normale, 15/10 de millimètre, un nombre de dixièmes de millimètre marqué par 1 + 2 + 10 (la 5e perforation ayant la valeur 10), soit 13/10 de millimètre.

Ainsi, pour cette ligne, les trois premières espaces seront fondues à l'épaisseur de 15 + 13 — 1 ou 27/10 de millimètre, et toutes les autres à l'épaisseur de 15 + 13 soit 28/10 de millimètre.

La bande perforée A (fig. 17) est entraînée par un pignon denté qui engrène avec les perforations 0. La machine marche à raison de 90 tours à la minute ; la bande avance d'une division par chaque tour et chaque tour correspond à un caractère fondu. Le mouvement d'avancement est très rapide : il dure à peine 1/15 de seconde ; puis la bande demeure immobile pendant 9/15 de seconde, chaque tour s'effectuant en 10/15 ou 2/3 de seconde. Pendant cette immobilisation de la bande, 7 leviers tels que Z (fig. 17) s'appuient sur le papier, et ceux qui trouvent des perforations, en descendant un peu plus bas que les autres, déterminent des contacts qui ferment des circuits électriques. A cet effet, le talon dont est muni le levier Z soulève le piston X, qui fait fléchir un ressort B jusqu'au contact de B avec C.

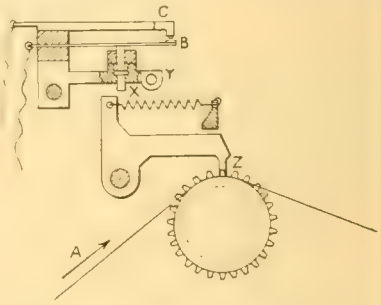


Fig. 17. — *Appareil lecteur.* — Entraînement de la bande perforée. Production des contacts entre BC au passage des perforations dans lesquelles s'enfonce l'extrémité du levier Z.

L'Électrotypographe est, en effet, à commande électrique ; de là son nom ; mais ses inventeurs n'emploient que des dispositifs électriques très simples, des électro-aimants de faible puissance nécessitant un courant de faible tension. A l'encontre de la Graphotype de M. Goodson, la machine à perforer de l'Électrotypographe n'emploie pas l'électricité. Toutes les fonctions y sont purement mécaniques, sans air comprimé, ni courants élec-

triques ; la raison en est dans le manque de sécurité des contacts établis par le jeu d'un dactylographe sur un clavier, qui produit des efforts de pression très variables au cours d'un travail rapide. Au contraire, dans leur machine à fondre, les inventeurs de l'Électrotypographe font un emploi très judicieux du courant électrique ; là, en effet, les organes mus mécaniquement peuvent assurer les contacts en toute sécurité. A l'encontre de la Graphotype, l'Électrotypographe n'emploie que 15 électro-aimants d'égale puissance (au lieu de 60) et de 100ω de résistance ; sous une tension de 10 volts, il n'absorbe donc que 0×1. Il n'y a jamais qu'un seul électro-aimant en action à la fois dans la machine, et sa durée d'excitation est en moyenne de 1/20 de seconde. Tout ce dispositif électrique, étudié et exécuté avec le plus grand soin, fonctionne d'une manière très sûre. Dans les plus récentes machines, un seul électro-aimant provoque l'arrêt automatique de la machine dans le cas où se produiraient certaines avaries ou des troubles de fonctionnement provenant de la négligence de l'ouvrier. C'est ainsi que la machine s'arrête quand la bande perforée est à la fin. De cette manière, la machine à fondre est automatique, au point qu'un seul ouvrier peut facilement surveiller deux machines.

§ 3. — Description de quelques organes particuliers.

A défaut d'une description détaillée des divers organes de l'Électrotypographe, description qui dépasserait le cadre de cette étude, nous indiquerons rapidement comment certaines fonctions de la machine à fondre sont assurées.

La figure 18 donne le schéma général de cette machine à fondre. En A est l'*appareil lecteur* qui, à l'aide des

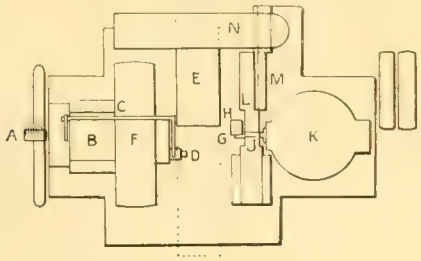


Fig. 18. — *Schéma général de la machine à fondre de l'Electrotypographe.* — A, appareil lecteur; B, appareil combinateur; E, chariot porte-matrices; C, tige déclanchant la noix porte-matrices demandée; G, noix appliquée contre le moule J; K, creuset contenant le plomb en fusion.

leviers précédemment figurés (p. 816 et fig. 17), déchiffre la bande et en traduit les perforations en assurant, au moyen de contacts entre B et C (voir fig. 17), la fermeture de courants électriques dans des électro-aimants. Ces courants agissent sur 5 électros d'un *appareil combinateur* B (fig. 18), qui a pour mission de déclancher un organe D à un certain point de la course du chariot E. Ce déclanchement se produit au moyen de la tige C. C'est ce chariot E qui contient les 29 noix porte-matrices. A chaque course du chariot, le jeu de D provoque la sortie d'une noix G, qui se trouve appliquée par le support H contre le moule J, où elle reçoit le jet de plomb en fusion provenant du creuset K chauffé au gaz.

Au retour du chariot, la noix y reprend sa place.

Le caractère fondu est démoulé, poussé entre des couteaux de façonnage disposés en L, puis tombe dans le composteur M. A la fin de chaque ligne, le contenu

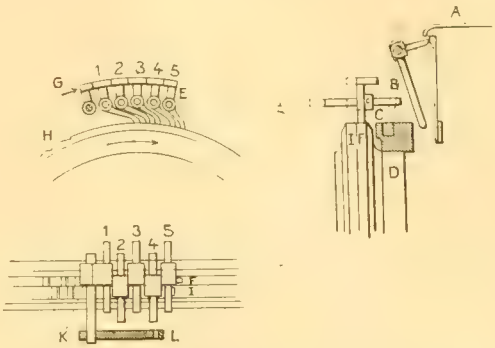


Fig. 19. — *Appareil combinateur.* — Chacune des cinq perforations 1, 2, 3, 4, 5, passant dans l'appareil lecteur (fig. 17), actionne un électro-aimant qui libère un levier, lequel est pris dans la jante d'un disque C et repousse un chercheur B. Les cinq chercheurs 1, 2, 3, 4, 5 passent ainsi en partie de leur voie de repos F sur la voie de travail I. Aux seules perforations 2 et 4 pratiquées ainsi sur la bande, correspond donc le rejet des chercheurs 2 et 4 sur la voie de travail, les chercheurs 1, 3 et 5 restant sur la voie de repos. Le disque mobile sur le pourtour duquel sont pratiquées les voies de travail et de repos, porte des rainures H, qui sur voie de repos ne permettent jamais le bascul des cinq chercheurs, que leurs têtes rendent solidaires d'un ressort G qui les sollicite dans le sens de la flèche. Lorsque des chercheurs sont engagés sur voie de travail, une combinaison de rainures K permet le bascul de l'ensemble; le levier L repousse dès lors la matrice qui se trouve devant lui et qui est celle de la lettre correspondant aux perforations 2 et 4.

du composteur est automatiquement transporté sur une galée N.

1. *Appareil combinateur.* — Le combinateur est en tout point identique à celui de l'appareil traducteur du télégraphe Baudot. Les cinq contacts correspondant aux cinq perforations 1, 2, 3, 4 et 5 ferment le circuit de cinq électro-aimants situés côte à côte. Chaque électro-aimant, lorsqu'il est actionné, libère un levier aiguilleur B (fig. 19), qui, pris par la jante C d'un disque D, chasse vers la gauche un levier chercheur E. Ces chercheurs E, au nombre de cinq, sont vus de côté en 1, 2, 3, 4 et 5; leurs pieds s'appuient sur le bord d'un disque F, bord qui est appelé voie de repos. Lorsqu'un chercheur est poussé par un levier aiguilleur, son pied passe de la voie de repos F dans la voie de travail I. Malgré cela, grâce à la forme de leurs têtes, qui toutes s'appuient les unes sur les autres, les leviers chercheurs restent tous solidaires les uns des autres. Bien qu'au-dessous des pieds des chercheurs, sur la jante de la roue F qui constitue la voie de repos, se trouvent des rainures, les pieds des chercheurs n'y peuvent tomber tant qu'ils restent tous sur la voie de repos, la jante F ne présentant nulle part cinq rainures consécutives. Par contre, si un ou plusieurs chercheurs passent sur la voie de travail, il se présentera, au cours de la rotation des disques F et I, une combinaison de rainures telle que K, qui permettra à tous les pieds des chercheurs de tomber ensemble. La pièce G qui appuie sur les têtes des chercheurs pourra dès lors

se déplacer et entraîner avec elle le levier L. Le levier L pousse celle des matrices qui se trouve alors devant lui; c'est justement la matrice de la lettre correspondant aux perforations pratiquées, aux perforations 2 et 4, par suite aux chercheurs 2 et 4 dans l'exemple de la figure 19. On trouve ainsi, sur les jantes des disques F et I, 31 combinaisons de rainures étagées sur un arc de 105°. A la fin de chaque tour des disques, une came repousse les chercheurs et les replace tous sur la voie de repos; les aiguilleurs sont, d'autre part, ramenés à l'accrochage, aussitôt après avoir agi sur les chercheurs, par le profil même du canal C pratiqué dans la jante du disque D.

2. *Chariot porte-matrices.* — Sur le chariot mobile E (fig. 18) se trouve une crémaillère B (fig. 20), comprenant 31 divisions non équidistantes. Ces divisions ont été établies de manière que leur passage sous l'organe A est synchrone du passage des 31 combinaisons de rainures des disques F et I du combinateur (voir fig. 19) sous les pieds des chercheurs.

Le levier L de la figure 19 a justement pour effet de produire le déclanchement de la pièce A (vue de face dans la partie (*a*) de la figure 20). Le doigt de cette pièce pénètre dans la crémaillère B, ce qui refoule la tige C (fig. 20) et relève le cliquet Z. Le bras D peut, dès lors, porter une des noix E en avant dans la portion figurée en F en ligne ponctuée.

Pendant la suite de la course du chariot, la noix E, qui s'est placée sur le mandrin carré F, est appuyée par ce mandrin contre le moule G, dont elle forme le fond et dans lequel arrive le métal liquide provenant du bec H du creuset. Après la fonte du caractère, le mandrin carré se replace en F, le bras D reprend la noix au retour du chariot, où il rentre lui-même grâce à une courbe qui agit sur son talon I. La durée du contact de la noix et du moule n'excède pas 1/30 de seconde.

Chaque noix comprend, ainsi que nous l'avons indiqué, trois matrices : la médiane relative à une lettre minuscule, les deux autres, placées à 45° de part et d'autre, se rapportant à la même lettre majuscule ou à un signe de ponctuation ou chiffre. La présentation d'une des deux matrices situées à 45° de la matrice médiane de chaque noix se produit si, au groupe de

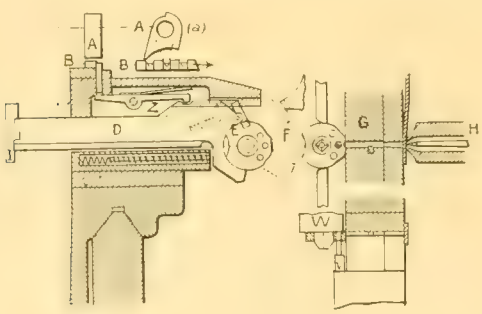


Fig. 20. — *Choix d'une matrice; impression du caractère.* — La crémaillère B (*a*), solidaire du chariot porte-matrices qui se déplace perpendiculairement au plan de la figure, présente 31 divisions non équidistantes qui se présentent sous le doigt A, synchroniquement avec les 31 combinaisons de rainures des disques combinateurs (fig. 19). L'appareil combinateur agit sur le doigt A qui, par la pièce C, lève Z; D porte alors la matrice E, qui se trouve sur son passage, en F. Elle y est saisie par le mandrin carré F, qui la porte contre le moule G. Un jet de liquide provenant du creuset H fond le caractère. La matrice revient en F, puis en E au moment du retour du chariot mobile, sur lequel elle reprend sa place.

perforations 1, 2, 3, 4, 5, se trouve associée l'une des deux perforations 6 ou 7. Alors, grâce à deux électro-aimants spéciaux, le mandrin carré F se trouve, pendant sa translation vers le moule, animé d'une rotation de 45° dans un sens ou dans l'autre.

3. *Justification : détermination de la largeur de l'espace à fondre.* — La cavité S (fig. 21), en forme de parallélipipède, dans laquelle se fond le caractère, est limitée en haut et en bas par des blocs fixes, en arrière par un tiroir à mouvement vertical qui sert ultérieurement à recueillir le caractère et à le porter entre une série de couteaux qui rompent la masselotte, le fraisent et le rognent. En avant, la cavité S est limitée par un tiroir horizontal que termine une pièce E que l'on change pour chaque force de corps. Un organe, constitué par quatre pièces M, N, O, P et par une cale qui

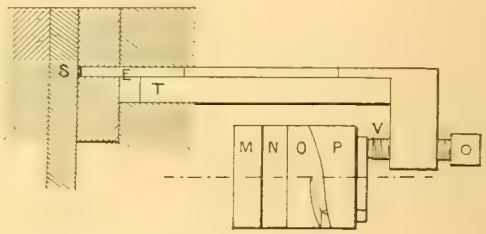


Fig. 21. — *Justification; détermination de la largeur à donner à l'espace S à fondre.* — Les disques M, N, à gradins de saillies égales à 1/10 de mm., règlent le supplément positif ou négatif à donner à un nombre variable d'espaces, nombre marqué par l'une des deux perforations de justification. Les disques O, P, à rampes hélicoïdales, règlent la variation positive ou négative à faire subir à toutes les espaces à partir de l'espace normale (15/10 de mm.) suivant les indications de la deuxième perforation de justification.

s'efface lorsqu'on doit fondre des lettres et non des espaces, sert à limiter l'épaisseur des espaces d'une ligne donnée. Les quatre pièces M, N, O, P, peuvent s'écarter ou se rétrécir, et, par suite, limitant la position de la vis V qui appuie contre leur ensemble, règlent l'épaisseur de l'espace. Leur épaisseur se trouve réglée par des mouvements de rotation qui s'exécutent avant le commencement de la fusion des caractères de chaque ligne, cela de la manière suivante : Les disques M et N, en contact par des couronnes entaillées de gradins de saillies égales à 1 et à 2 dixièmes de millimètre, sont placés de manière qu'une rotation quelconque de M rétrécit l'épaisseur de l'ensemble de 1/10 de millimètre, alors qu'une rotation quelconque de N le dilate d'autant. Les disques O et P sont en contact par deux rampes hélicoïdales dont le pas est calculé de façon à ce que la rotation de 1 à 20/20 de circonférence, arcs limités par des rochets, correspond à des variations d'épaisseur de l'ensemble de 1 à 20/10 de millimètre. La rotation de O provoque des dilatations, celle de P des rétrécissements.

Si les disques ne sont animés d'aucun mouvement avant le commencement de la fusion d'une ligne, leur épaisseur est telle que la butée de la vis V correspond à une épaisseur normale de l'espace fondu en S.

Suivant les perforations de justification, dont un exemple correspondant à la bande de la figure 14 a été analysé plus haut (voir page 876), les trois premières espaces doivent être fondues à l'épaisseur de 27/10 de millimètre et toutes les autres à l'épaisseur de 28/10 de millimètre. La perforation 3 (voir fig. 14, D_3, perforations 3 et 6) amorce un circuit qui agit sur le disque M et, le faisant tourner, rétrécit par suite l'épaisseur de l'ensemble des disques M, N, O, P de 1/10 de millimètre. Ce circuit arme, d'autre part, par trois fois un cliquet solidaire du disque M, lequel cliquet échappe une dent chaque fois qu'une espace est fondue, si bien qu'après trois espaces fondues l'ensemble des disques M et N reviendra à son épaisseur primitive; la correction de soustraction de 1/10 de millimètre ne portera donc bien que sur trois espaces. Les perforations

1, 2, 5 et 7 (voir fig. 14, D_4) indiquent qu'il faut ajouter à toutes les espaces normales $1 + 2 + 10 = 13$ dixièmes de millimètre; ces perforations amorcent un circuit qui, agissant 13 fois sur les cliquets qui font tourner le disque O, provoque une rotation de 13/20 de circonférence, soit une dilatation de l'épaisseur de l'ensemble des disques O et P de 13/10 de millimètre. A la fin de la ligne, un levier désarme le cliquet de O, et l'ensemble des disques se retrouve à l'épaisseur normale, prêt à enregistrer les indications des perforations de justification de la ligne suivante.

suivis dès cette époque d'un succès si complet, d'importants perfectionnements ont été apportés à l'appareil tant par la maison Schuckert et C°, acquéreur des premiers brevets pour l'Allemagne, que par le Comptoir international des brevets d'invention, dont le directeur, M. Wehrlin, avait acquis les premiers brevets Rozar. Sous l'impulsion de ces deux Sociétés, l'Électrotypographe vient de

Fig. 22. — *Electrotypographe, modèle perfectionné de 1907, construit par la maison Schuckert et Cie.* — La machine à écrire comprend un disque gradué avec aiguille, qu'il suffit de fixer à l'endroit convenable pour obtenir la longueur des lignes justifiées demandée.

La machine à fondre permet la lecture des lignes et leur composition dans le sens même de leur perforation (*a*); les deux machines peuvent ainsi être reliées. Avec les 90 touches du clavier de la machine à écrire, grâce à un levier commutateur et à ce que les noix de la machine à fondre comportent six caractères au lieu de trois, on peut composer 180 signes différents et produire de la composition fractionnée en deux ou trois écritures variées intercalées.

§ 4. — Perfectionnements et résultats de l'Électrotypographe.

Depuis les essais faits au journal *Le Temps* avec l'Electrotypographe modèle 1902, et qui furent sortir enfin de la période des essais. Une série de machines construites à Nuremberg, tant pour des imprimeurs allemands que pour des imprimeurs américains, viennent d'être livrées.

Ces nouveaux types comportent de très nombreux

et très importants perfectionnements sur le modèle de 1902; nous signalerons en particulier les suivants : mécanisme permettant la fonte d'espaces hautes ou basses à volonté; fusion des caractères à œil débordant tel que le V en italique; construction simplifiée du mécanisme de justification dans la machine à fondre, simplification comportant l'emploi d'un seul électro-aimant au lieu de huit; accroissement de la largeur de la galée permettant la réalisation de lignes de 40 cicéros (180 m/m) de longueur; dispositif pour l'alimentation automatique du bain de métal fondu; perfectionnement apporté à la machine à composer, rendue facilement accessible dans toutes ses parties et dont la bande perforée porte l'impression des caractères au-dessous des perforations; enfin, composition commençant par la première lettre écrite, d'où possibilité de réunir les deux machines.

Ce dernier perfectionnement est appréciable pour la composition des journaux. Une perte de temps considérable est évitée : il n'est plus nécessaire, en effet, d'avoir fondu toutes les lignes d'un article pour mettre en pages. La machine à fondre attend simplement qu'une ligne soit perforée, la bande s'engage dès lors dans la machine à fondre, les perforations de justification étant d'abord déchiffrées pour le réglage des espaces, puis la ligne est fondue, lettre par lettre, dans le sens même de sa production.

La figure 22 représente le type perfectionné de l'Électrotypographe (modèle 1907), tel que la « Elektrizitaets-Aktiengesellschaft », successeur de la maison Schuckert et Cie, le construit. On y voit en *a* une longueur de bande correspondant à une ligne engagée dans la machine à fondre, ce qui permet la réunion des deux machines, la composition pouvant commencer par la première lettre perforée.

L'Électrotypographe réalise, sur les machines à composer antérieurement connues, les nombreux avantages suivants :

TABLEAU I. — *Tableau comparatif des machines à composer.*

TYPES des machines	NOMBRE de touches du clavier	MATRICES disponibles en magasin	LONGUEUR maxima de la ligne en cicéros	LIMITE des corps fondus	VITESSE EN LETTRES à l'heure d'après les opérateurs	VITESSE EN LETTRES à l'heure d'après les inventeurs	PUISSANCE nécessaire en H. P.	DÉPENSE de gaz par jour de 10 heures en m. cubes	PRIX
Compositeur à la casse.	»	»	»	»	1.000 à 1.500		»	»	»
1re classe.									
Machine Lagerman . .	»	»	»	»	3.500		»	»	»
Machine Calendoli . .	»	»	»	»	15.000		»	»	»
2e classe, 1re catégorie.									
Monoline.	»	»	25	»	?	23.700 !	0,166	»	7.500 fr.
Linotype	90	1 600	28	5 à 14	5.500	11.000	0,25	3	16.320 fr. Standard 18.650 fr. (Dble magas.
Typograph	84	700	28	6 à 12	5.500	7.000	0,25	5	8.500 fr.
Rototype	100	800 400 romain, 400 italique)	26	6 à 10	»	6.000	0,125	5 »	9.000 fr. (caractère mixte, rom. et italique).
2e catégorie.									
Monotype :									
Machine à composer.	»	»	»	»	7.000 à 10.000		»	»	3.750 fr.
Machine à fondre . .	»	225	42	5 à 12	7.000 à 10.000		»	5	15.000 fr.
Electrotypographe :									
Machine à composer.	97	»	»	»	12.000 à 15.000		0,1	»	2.500 fr.
Machine à fondre . .	»	180 matr. en 30 noix.	42	5 à 12			1,0	0,5	16.500 fr. (Ens. 18.750 fr.)

1° Les caractères mobiles facilitent les corrections indiquées par la lecture de la feuille de contrôle de la machine à composer;

2° Les matrices possèdent un œil profond et fournissent, par suite, une impression plus nette; le petit nombre des matrices en permet, de plus, le remplacement à peu de frais. Des essais approfondis ont démontré que cette machine produit de la composition en corps 5 avec la même netteté que les plus gros caractères;

3° La division de l'appareil en deux machines en rend l'apprentissage plus aisé et permet d'en généraliser l'usage, même aux petites imprimeries, qui pourront se borner à acquérir la machine à composer, d'ailleurs peu coûteuse. Les bandes perforées seront alors envoyées dans des fabriques de composition possédant des machines à fondre. La bande

perforée remplace ainsi un véritable cliché, peu encombrant, n'immobilisant aucun capital et pouvant repasser, paraît-il, jusqu'à 100 fois sur la machine à fondre. Pendant la morte-saison, et lorsqu'elle demeure inactive, la machine à fondre peut être employée à fabriquer des caractères pour la vente.

Mais il y a plus encore : au moyen d'un dispositif analogue à celui du télégraphe Baudot, la maison Schuckert et Cie est arrivée à réaliser un appareil, le *télétypographe*, qui permet de transmettre télégraphiquement la bande perforée de l'électrotypographe. Une bande unique, composée à la machine à écrire, peut donc être reproduite à distance et fournir ainsi par télégraphe une bande identique qui, disposée sur une machine à fondre, donne immédiatement le texte composé et justifié, prêt à être mis sous presse.

Ainsi un article de journal, expédié de Paris sous cette forme, peut être reproduit, prêt à être imprimé, dans différentes villes, à Bordeaux, à Lyon, à Marseille, etc... C'est la possibilité, pour les grands journaux, d'avoir des éditions de province sans majoration de frais et sans retards; c'est une profonde modification, par suite, dans les procédés actuels du journalisme.

Enfin, tant par la réalisation d'une justification mathématique et vraiment parfaite que par la possibilité de la correction, l'Électrotypographe se présente comme apte à être utilisé à la confection de toutes sortes de travaux soignés. Lorsqu'on veut composer en caractères différents des caractères courants, en italique par exemple, il suffit de changer dans l'appareil compteur un cylindre spécial qui se déplace très aisément, mais il n'y a rien à changer dans l'appareil de justification.

Le tableau I réunit un certain nombre de renseignements concernant les divers types de machines à composer. Il permet ainsi de les comparer tant au point de vue de l'économie qu'elles procurent que de la rapidité qu'elles réalisent.

III. — Evolution de l'imprimerie sous l'influence des machines a composer.

L'invention de la machine à composer et les perfectionnements qui l'ont peu à peu rendue pratique n'ont pas été sans porter un trouble profond dans les conditions du travail chez les typographes. Tout d'abord, l'ouvrier vit sans craintes les efforts inventifs faits pour le remplacer par la machine. Son travail consiste, en effet, en une telle association de mouvements complexes, en même temps que d'intelligence soutenue, qu'il ne pouvait vraisemblablement pas croire à la possibilité de son remplacement par un mécanisme.

Et de fait, durant plus de cinquante ans, les nombreux dispositifs imaginés semblaient démontrer cette impossibilité par leur insuccès pratique. Mais voici que des machines nouvelles, d'emploi aujourd'hui consacré par une pratique de plusieurs années, s'implantent de plus en plus nombreuses à l'atelier. C'est la linotype, dont l'invention remonte déjà à 1886; c'est l'Électrotypographe, qui vient prouver que non seulement pour la composition courante d'un journal, mais encore pour la composition soignée, pour le travail dit en conscience, le typographe trouvera de plus en plus sa place occupée définitivement à l'atelier par la machine. Et les quelques chiffres suivants montrent avec quelle rapidité et quelle brutalité se produit cette invasion de la machine.

C'est surtout en Amérique, pays des journaux à 10 et 16 pages de grand format, que la machine à composer a pris un rapide essor. Avant son introduction, un journal comme *Le Herald* occupait 125 ouvriers, alors qu'à la même époque un journal français comme *Le Temps* n'employait que 25 ouvriers.

Accroissement du nombre de machines à composer.

	États-Unis	Allemagne	Angleterre	France	Paris
1894	1.450	»	»	»	»
1898	»	»	31	»	»
1899	»	»	124	»	»
1900	»	»	»	84	50
1901	4.975	2.000	389	»	»
1902	»	»	»	»	182

Répartition des types de machines employés à Paris en 1902 : Calendoli, 1; Thorne, 3; Linotype, 178.

Nombre d'opérateurs à Paris : 245, dont 180 hommes et 65 femmes.

Pareille invasion de l'imprimerie par le machinisme s'était déjà produite en 1830, lors de l'invention de la presse mécanique. A cette époque même, l'introduction des machines à Paris fut l'occasion de troubles graves suivis de grèves. Le 30 juillet 1830, l'Imprimerie royale et trois imprimeries privées furent envahies et les machines brisées. Une ordonnance, rapportée d'ailleurs le 2 septembre suivant, intervint même, suspendant l'usage des presses mécaniques à l'Imprimerie royale. Les 2 et 3 septembre, les ouvriers pressiers de l'Imprimerie royale quittent le travail; leurs camarades des ateliers privés utilisant la presse mécanique les suivent et ils entraînent à la grève quelques jours après, par solidarité, les compositeurs. Bientôt 2.000 grévistes sont réunis à la barrière du Maine. Une suspension du rétablissement des machines imprudemment opéré à l'Imprimerie royale permit d'entrer en négociations et la Commission de la grève fit adop-

ter des mesures qui marquèrent la reprise du travail.

Un des articles de ces arrangements intervenus entre patrons et ouvriers fut l'occasion de poursuite en correctionnelle des membres de la dite Commission pour délit de coalition. Nous sommes, en effet, en 1830, et le tête à tête forcé entre l'ouvrier et ses employeurs est la seule règle admise pour le débat du contrat de travail. Tous les témoins signalèrent devant les juges l'esprit pacifique dont étaient animés les grévistes, qui demandèrent eux-mêmes des grenadiers pour maintenir l'ordre à leurs réunions, auxquelles assistèrent d'ailleurs un colonel et un général de la Garde nationale. Aussi l'avocat du Roi n'osa requérir sévèrement et les juges acquittèrent les prévenus.

Nous avons vu que les presses mécaniques s'implantèrent peu à peu. A l'Imprimerie royale, elles fonctionnèrent sans susciter de troubles, le Gouvernement ayant commandé un assez grand nombre de travaux pour n'amener aucune réduction du personnel. Les pressiers refusèrent longtemps de se servir des nouvelles machines; ils furent peu à peu supplantés par les conducteurs qui, aujourd'hui, les ont complètement remplacés.

Bien que la situation se présente à l'heure actuelle pour les typographes dans des conditions analogues à celles qu'instaura en 1830 le machinisme à l'égard des imprimeurs, les compositeurs demeurent calmes devant leur redoutable concurrent. Loin de vouloir s'opposer au progrès, ils cherchent à atténuer, sinon à prévenir, les misères qu'il va occasionner, montrant par là qu'ils savent comprendre l'amélioration graduelle des conditions d'existence de la société, qui s'achète cependant au prix de poignantes misères, en faisant perdre leur travail, sans compensation, à des ouvriers dont l'âge ne leur permet souvent plus de changer de métier. C'est par l'association, par la force syndicaliste, que les ouvriers du livre cherchent à se prémunir contre la répercussion des progrès du machinisme.

En même temps que le machinisme raréfie de plus en plus la main-d'œuvre à l'atelier typographique, l'introduction, de plus en plus nombreuse, des femmes dans cette industrie rend l'avenir de l'ouvrier compositeur plus incertain et plus précaire. Cette invasion parallèle de l'atelier par la machine et par la femme ressort nettement des nombres suivants:

A Paris, en 1854, on comptait de 2 à 3 femmes pour 100 ouvriers; en 1902, on en compte de 22 à 23 pour 100 ouvriers.

En France, actuellement, sur environ 17.000 compositeurs, il n'y a pas moins de 2.000 compositrices, soit près de 12 %. Nous voyons par le tableau précédent que déjà la machine à composer utilise dans notre pays 65 femmes sur 245 opérateurs, soit 26,5 %.

A quoi tient cet envahissement de plus en plus marqué de la typographie par la femme? Evidemment à la concurrence acharnée que se font entre eux les maîtres imprimeurs, concurrence qu'exagère encore le système des adjudications et que la liberté de l'imprimerie n'a fait qu'accroître depuis 1870. Pour compenser les pertes consenties afin d'obtenir la commande, le maître imprimeur se rejette sur le salaire, qu'il diminue. Devant la résistance organisée de l'ouvrier à l'avilissement du salaire, il songe alors à employer la main-d'œuvre féminine.

Et, cependant, le consommateur, l'acheteur du livre n'a pas sensiblement profité de la baisse dans le prix de la production, déterminée par cette concurrence de plus en plus grande. Qui donc tire profit de cet état de choses, puisqu'en somme le patron imprimeur très souvent végète et que l'ouvrier voit la main-d'œuvre se raréfier par la machine ou s'avilir par l'emploi de la femme?

C'est l'éditeur, qui représente dans cette industrie la force du capital puissamment organisé. Et cela au point que, placé entre l'ouvrier typographe, qui constitue une des classes de prolétaires les plus intelligemment organisés sous la forme syndicaliste, et l'éditeur, qui concentre de plus en plus en un petit nombre de mains le capital, le patron imprimeur, qui n'a pas su se défendre par la force d'une puissante union corporative, se raréfie de plus en plus, comme le fait, d'ailleurs, dans tout l'ordre social actuel cette classe tampon, prise de plus en plus entre les deux forces antagonistes de nos sociétés modernes : le Capital et le Travail. Et le développement du machinisme, en rendant la production plus économique, en rendant aussi plus dispendieuse la constitution d'un atelier d'imprimerie[1], ne fait qu'accroître cet exode forcé des maîtres imprimeurs vers le prolétariat. Des exemples nombreux tirés des faits prouvent cet acheminement graduel, cette concentration de plus en plus manifeste des moyens de production. Quelques grandes maisons d'édition ont depuis longtemps déjà établi des fonderies de caractères; l'une d'elles fabrique même le papier qui lui est nécessaire. Enfin, de vastes imprimeries s'organisent et se développent de plus en plus.

Contre cette concentration des moyens de pro-

[1] Les types de machines vraiment pratiques et économiques, comme l'Électrotypographe, sont d'un prix élevé et ne développent d'une manière intensive et complète leur puissance de travail que réunies en grand nombre, desservant par exemple de nombreux journaux de province ou assurant la réédition télégraphique des grands quotidiens d'une capitale, toutes organisations qui ne sont abordables que par les seuls gros capitaux.

duction, qui doit leur être si funeste, les maîtres imprimeurs, au lieu de se grouper, ne se rendant pas compte que le système individualiste a vécu, semblent avoir pour seule préoccupation le maintien de leur liberté. C'est au nom de la liberté de leur profession, contre laquelle ils protestaient d'ailleurs avant 1870, qu'ils repoussent toute mesure de surveillance de leur industrie. Ils se plaignent de la concurrence qui ruine leur industrie, et qui n'est cependant que le résultat du jeu même de cette liberté au nom de laquelle ils s'opposent à toute loi protégeant le travail et les ouvriers. Ainsi l'esprit d'association n'a pas pénétré parmi les maîtres imprimeurs. Malgré les quelques syndicats locaux qu'ils ont fondés, malgré même leur Union nationale, l'action de tout leur groupement se trouve paralysée par suite des tendances individualistes de ses membres, tendances uniquement basées sur les satisfactions de l'intérêt personnel. Ils se trouvent ainsi pris entre deux puissantes organisations, les syndicats ouvriers, groupés d'ailleurs en une Fédération nationale des travailleurs du Livre, et la puissance capitaliste, représentée par les grands éditeurs.

C'est ainsi, par exemple, que, pour se défendre contre la menace si sérieuse de la machine, les travailleurs du Livre ont organisé, en s'imposant souvent de durs sacrifices, des caisses de chômage. L'ouvrier dépossédé de son travail, talonné par le besoin, ne peut que céder aux exigences patronales. En créant la caisse de chômage, la Fédération des travailleurs du Livre a prémuni le chômeur contre des défaillances possibles et d'ailleurs excusables. Moins qu'un appât pour de nouveaux adhérents, cette institution, qui a naturellement entraîné la création parallèle d'une caisse de secours pour la maladie, est un moyen de maintenir les conditions du travail.

Plus encore que toute autre corporation, celle des typographes montre qu'aujourd'hui l'ouvrier abandonne l'humble et timide contenance de naguère. Il prend conscience de ses intérêts et a la légitime fierté de sa classe. Il comprend que l'évolution sociale, déterminée fatalement par le développement industriel, lui permet de nouveaux espoirs. Fort et dénué d'envie, quoi qu'on en dise, parce que débarrassé du vice individualiste, le prolétariat s'achemine sûrement vers des conquêtes inéluctables : vers plus de justice, vers plus de bien-être, vers plus de véritable égalité. Sa vie laborieuse et désintéressée lui donne les aspirations généreuses qui sont la vraie sagesse et qui le prémunissent contre ce ver rongeur des sociétés passées et de notre société actuelle : le seul désir du gain, l'hypnose du gain, l'unique désir d'acquérir toujours plus, sans même bien souvent se réserver le loisir d'utiliser le gain ou d'en jouir.

La comparaison des quelques nombres suivants fait ressortir la précarité du groupement patronal en face de la force du groupement ouvrier.

Nous avons vu qu'en 1903 à peine 700 maîtres imprimeurs sur 4.000 avaient adhéré à l'Union, soit donc environ 17 °/₀ (17,5 °/₀).

Sur environ 18.000 ouvriers employés dans les imprimeries françaises, on trouve, en 1903, 11.300 syndiqués, dont 10.429 affiliés à la Fédération française des travailleurs du Livre, soit près de 63 °/₀ syndiqués et près de 57 °/₀ fédérés.

C'est qu'en effet les ouvriers typographes ont les premiers compris la vérité de cette assertion de Marx : L'émancipation des travailleurs ne peut être l'œuvre que des travailleurs eux-mêmes. S'ils réclament parfois l'intervention de l'État pour assurer les conditions d'hygiène du travail, ils ne comptent, avec raison, que sur eux-mêmes pour défendre leurs intérêts corporatifs. Et c'est ainsi qu'après s'être fortement groupés en syndicats locaux, ils se sont unis en une puissante Fédération nationale et ont déjà jeté les bases d'une association faisant appel à la solidarité universelle dont le germe se trouve dans le Secrétariat typographique international.

C'est ainsi que, malgré les conditions actuelles, très défavorables à l'aboutissement de leurs revendications, bien que, ainsi que nous l'avons montré, le machinisme les menace de la façon la plus dangereuse, bien que la concurrence de la femme à l'atelier soit de plus en plus âpre, ils ont pu, il y a près d'un an, obtenir la limitation de leur journée de travail à 9 heures, donnant par là à la classe ouvrière un exemple de ce que peut un groupement de volontés intelligentes, poursuivant par des voies pacifiques la défense de justes revendications.

IV. — Conclusions.

Cette rapide esquisse de l'histoire économique de l'imprimerie nous montre d'une manière frappante que l'extension du machinisme, en produisant comme toujours l'absorption de la petite industrie par la grande, compromet de plus en plus les conditions du travail. Ce fait général dure depuis plus d'un siècle et donne un démenti éclatant à l'économie politique orthodoxe, qui prétendait que la libre concurrence réglerait la production au mieux des intérêts de tous. Le machinisme devait, disait-on, faire cesser l'exploitation de l'homme par l'homme; or, c'est lui qui a créé le prolétariat moderne. « Nous sommes les fils du cheval-vapeur », s'écriait récemment Jules Guesde au cours d'un important congrès; montrant, par une image très belle en même temps que très juste, que le développement industriel est l'origine et la cause du mouvement social actuel.

Les travailleurs manuels ont-ils au moins vu s'alléger leur labeur quotidien? Nullement, ainsi que le constate l'individualiste Stuart Mill lui-même[1]. Si la durée du travail a peut-être été, quelques rares fois, diminuée, l'intensité du labeur s'est accrue. Et l'économiste anglais est forcé de reconnaître que « toutes les difficultés opposées au communisme ne pèsent dans la balance qu'un grain de poussière, si l'on met dans l'autre plateau toutes les souffrances et les injustices qui attristent si cruellement la société actuelle ».

Le but des machines n'est point de diminuer la fatigue du travailleur, comme le fait remarquer très justement Karl Marx, mais bien de diminuer le prix des marchandises. « Le moyen de travail, ajoute Marx, arrache à l'ouvrier les moyens d'existence. »

Mais alors ce serait donc seulement un beau rêve, un but inaccessible et chimérique que poursuivent ces savants géniaux qui, comme Papin, comme Faraday, comme Curie, découvrent et captent de nouvelles énergies naturelles, ces inventeurs ingénieux qui, comme Watt et comme Gramme, rendent industriel et pratique l'emploi de la vapeur et de l'électricité? Les efforts de cette élite seraient donc infructueux, et, loin de procurer plus de bien-être et plus de loisir à l'humanité, toutes ces merveilleuses découvertes n'aboutiraient fatalement qu'à asservir plus nombreux et plus misérables les ouvriers à une tâche ingrate? Ou bien faut-il se ranger à l'avis de ceux qui estiment que cette concentration de plus en plus rapide, et d'ailleurs inévitable, des moyens de production en un petit nombre de mains amènera fatalement un renversement de la société actuelle, qui, basée sur un individualisme sans contrepoids, ne peut améliorer l'organisation industrielle dont elle souffre? Il paraît vraisemblable que, tant que l'individu ne restera conscient et jaloux que des seuls droits que lui confère la propriété, et qu'il ne se pénétrera pas des devoirs que lui imposent envers la collectivité son savoir, son talent, son intelligence ou sa richesse, — toutes choses d'héritage à quelque titre d'ailleurs, — de plus en plus le malaise social s'accroîtra, de plus en plus s'accentuera l'antagonisme entre les représentants graduellement raréfiés du Capital et le monde toujours en croissance du Travail.

Albert Turpain,
Professeur à la Faculté des Sciences
de l'Université de Poitiers.

[1] Stuart Mill : *Principes d'économie politique*, traduction Dussard et Courcelle-Seneuil, t. II, p. 358.

REVUE ANNUELLE DE GÉOLOGIE

Pendant un certain nombre d'années, une revue annuelle de Géologie a été publiée dans ce recueil par M. Émile Haug, alors professeur-adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. Nommé professeur titulaire en 1904, et chargé de la chaire qu'ont occupée avec tant d'éclat Alexandre Brongniart, Constant Prévot, Edmond Hébert et Munier-Chalmas, M. Haug n'a plus trouvé les loisirs nécessaires à la rédaction de ce travail, et le directeur de la *Revue générale des Sciences* a bien voulu nous désigner pour le remplacer.

Bien que ne possédant ni l'esprit synthétique, ni la vaste érudition de l'éminent professeur de la Sorbonne, nous avons cru devoir répondre à l'invitation qui nous a été faite; nous tâcherons de ne pas trop faire regretter notre prédécesseur. Comme lui, nous ne résumerons que les études d'une certaine importance, ou celles qui marquent, pour ainsi dire, une étape dans le progrès de nos connaissances. Nous nous efforcerons de les exposer avec le plus de clarté et de précision possibles, afin d'être compris, non seulement par les géologues, mais encore par ceux de nos lecteurs s'occupant de questions scientifiques d'un autre ordre.

I. — Les récents progrès des études sur les phénomènes volcaniques.

Les études relatives aux phénomènes volcaniques ont fait, en ces dernières années, de remarquables progrès. Ceux-ci sont dus à M. Lacroix, professeur de Minéralogie au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, qui a publié, en 1904, un magnifique ouvrage sur la Montagne Pelée et ses éruptions[1]. En juillet 1907, le même auteur a livré à la publicité un Mémoire non moins intéressant, intitulé : Étude minéralogique des produits silicatés de l'éruption du Vésuve (avril 1906); conséquences à en tirer à un point de vue général[2]. Bien que la plupart des faits nouveaux signalés par le savant professeur soient connus des lecteurs de cette *Revue*, il nous a semblé utile d'y revenir,

[1] A. Lacroix : *La Montagne Pelée et ses éruptions*. 1 vol. in-4°, de 662 pages, avec 238 fig. dans le texte et 30 planches en héliogravure. Paris, Masson et Cie, 1904.

[2] Ce Mémoire constitue la première partie du t. IX (4e s.) des *Nouvelles Archives du Museum* (p. 1 à 172, pl. I à X).

afin d'en déduire quelques conclusions sur le volcanisme en général, et sur les problèmes géologiques que ces études sont susceptibles d'éclairer. Ainsi que l'a fait remarquer judicieusement M. Boule, les observations faites à la Montagne Pelée « seront particulièrement utiles aux géologues français; car elles montrent dans son fonctionnement un volcan ressemblant, à beaucoup d'égards, à certains de nos volcans éteints[1] ».

Les deux faits capitaux et caractéristiques des éruptions de la Montagne Pelée ont été la *formation d'un dôme* de roche acide, et les *nuées ardentes*, phénomène ayant détruit la ville de Saint-Pierre, l'un des plus impressionnants, nous dit le professeur du Muséum, auxquels il soit donné à l'homme d'assister. Le mécanisme de la formation de ce dôme a pu être suivi de près[2]. Le magma fondu, en arrivant au jour par une fissure dans l'ancien cratère (*caldeira*), y a formé un amas, qui fut rapidement entouré par une carapace solide et ainsi protégé contre le refroidissement. Sous l'influence de la contraction et de la poussée interne, cette carapace se fissura, et par ses fentes sortirent de nouvelles quantités de matière fondue. « Ainsi s'accrut en hauteur et en largeur, conclut M. Lacroix, un *amas rocheux continu*, hérissé d'aspérités, limité par des parois abruptes qui se dressent au milieu de talus d'éboulis, alimenté par un incessant émiettement superficiel. » L'action des poussées internes, localisée ensuite en des points limités, donna lieu à l'*extrusion* de masses rocheuses *solides*, produisant une aiguille qui atteignit plusieurs centaines de mètres de hauteur.

La production du dôme de la Montagne Pelée permet de comprendre la formation des dômes trachytiques de l'Auvergne, où, d'après M. Michel-Lévy[3], certains massifs de la chaîne des Puys montrent deux parties différentes : une partie périphérique, pouvant être formée par des amas de blocs brisés et recimentés, et une partie centrale représentant le culot éruptif.

Les pics aigus des phonolites, formant les points culminants du Mézenc ou du Mégal, peuvent être considérés comme produits d'une façon analogue à celle de l'aiguille de la Montagne Pelée. Ils n'ont certainement jamais été noyés dans des roches préexistantes, et de tout temps ont dominé les champs de basalte environnants[4].

Pendant le séjour de M. Lacroix à la Martinique, le dôme lui est resté inaccessible. Il a pu cependant établir un lien de cause à effet entre les phénomènes se produisant dans ce dôme et quelques particularités minéralogiques des roches le constituant. Celles-ci sont des andésites à hypersthène, produites sous trois variétés différentes, dont, suivant le cas, la pâte est constituée uniquement par du verre (obsidiennique ou ponceux) ne contenant que quelques cristallites, ou renfermant des microlites feldspathiques, *avec ou sans cristaux de quartz*.

Le savant minéralogiste avait formulé quelques hypothèses sur la structure intime du dôme. Après son refroidissement, avait-il écrit, « il sera constitué par un culot d'andésite à pâte quartzifère, plus ou moins microgrenue, entouré d'une enveloppe d'andésite non quartzifère avec prédominance du type microlitique riche en trydimite. Cette enveloppe sera traversée par des veines d'andésite plus ou moins vitreuse, produites par la consolidation des apports que nous avons observés si souvent grâce à leur incandescence[1] ».

L'étude de matériaux recueillis récemment par M. Guinoiseau[2], qui dirige l'Observatoire du Morne des Cadets, a permis la vérification des hypothèses émises et fourni les conclusions suivantes : Les roches de la base, appartenant à la carapace primitive, ne contiennent pas de quartz, tandis que l'andésite des rochers du sommet, riches en tridymite, appartient au type quartzifère. Quant au décapage du culot central, il s'est bien produit suivant les prévisions de M. Lacroix; mais il s'est effectué avec une intensité et une rapidité qu'on était loin de supposer.

Il a été intéressant de constater que la cristallisation d'une roche à pâte riche en quartz peut se produire, sinon à l'air libre, du moins à une faible distance de celui-ci. Cette production du quartz — observée pour la première fois au cours d'une éruption volcanique — a été un phénomène continu, s'accentuant de l'extérieur à l'intérieur. La cristallisation du quartz dans un magma éruptif n'exige donc pas une grande profondeur; les conditions de pression nécessaires à la vapeur d'eau, pour jouer son rôle de minéralisateur, peuvent se réaliser près de la surface.

Un autre trait caractéristique de l'éruption, avons-nous dit, a été la production de *nuées ardentes* (*nuées péléennes*), qui ont été l'agent destructeur. On peut les considérer comme le résultat d'une explosion, déterminant une rupture dans les parois solides du dôme et l'entraînement d'une quantité de matériaux brisés ou concassés, non pas toujours dans la direction verticale, mais, le plus souvent,

[1] M. Boule : La Montagne Pelée et les volcans d'Auvergne. *La Géographie. Bull. de la Soc. de Géographie*, du 15 janvier 1905.

[2] Voir, pour plus de détails sur l'édification du dôme, le numéro de la *Revue générale des Sciences* du 15 avril 1905.

[3] *Bull. Soc. géol. France*, 3e s., t. XVIII, p. 719.

[4] M. Boule : *Loc. cit.*

[1] *La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, p. 155.

[2] A. Lacroix : Sur la constitution minéralogique du dôme récent de la Montagne Pelée (*C. R. A. S.*, t. CXIV, p. 169, 28 janvier 1907).

sur les pentes de la montagne. « Elles sont constituées, dit M. Lacroix, par un mélange intime, une sorte d'émulsion de matériaux solides en suspension dans de la vapeur d'eau et dans des gaz portés les uns et les autres à une haute température. »

Sur des surfaces limitées ont été accumulés de nombreux matériaux solides. Leur refroidissement a déterminé des phénomènes secondaires variés, ayant une grande importance théorique. C'est ainsi qu'ont pris naissance des *fumerolles sans racines*, fournissant la preuve que les produits volatils des émanations volcaniques, dans certains cas, ont fait partie du magma lui-même. — Enfin, les conditions climatériques spéciales des pays tropicaux, agissant sur des amas épais de cendres meubles, ont occasionné l'évolution rapide des phénomènes d'érosion qui, dans nos régions à climat tempéré, sont à l'œuvre depuis un grand nombre d'années, et, par suite, ne peuvent être élucidés que dans un petit nombre de leurs stades successifs.

L'éruption du Vésuve d'avril 1906 a également été observée avec soin par M. Lacroix. Il s'est proposé, nous dit-il, « d'étudier non seulement toutes les manifestations volcaniques dépendant de la Physique terrestre, mais encore la Minéralogie de l'éruption dans ses détails les plus minimes, en cherchant, dans la mesure du possible, à rattacher ceux-ci à quelques-uns des phénomènes observés ». Une question importante qu'il s'est donné pour mission de développer — et sur laquelle il a été le premier à faire la lumière — est celle concernant les phénomènes métamorphiques qu'ont subis, sous l'influence d'agents minéralisateurs, un grand nombre de blocs rejetés par les explosions. Les résultats obtenus éclairent d'un jour nouveau le mécanisme de la production de certaines roches profondes.

La lave de l'éruption récente[1] est constituée par une leucittéphrite (= leucotéphrite des pétrographes français), dans laquelle on ne distingue à l'œil nu qu'un petit nombre de phénocristaux de leucite, d'augite, et, de loin en loin, de biotite.

Cette lave a été étudiée à deux points de vue : 1° recherche des variations possibles de composition chimique au cours de l'éruption ; 2° étude des variations de la cristallisation de la lave au cours de l'éruption. Sur le premier point, les analyses montrent une constance dans la composition du magma du commencement à la fin du paroxysme. Sur le second, les conclusions à tirer au sujet de la cristallisation de la leucite sont les suivantes : les cristaux visibles à l'œil nu sont d'origine intratellurique, et, vraisemblablement, de cristallisation peu profonde; par contre, la phase microlithique commence à peine dans la cheminée ; elle se produit au cours de l'épanchement et d'une façon très brusque.

Les *lapilli* projetés sur Ottajano ont, pour le plus grand nombre, une composition minéralogique assez différente de celle de la lave récente.

Ils ont été arrachés à la Somma. — Ce que les explosions vulcaniennes[1] ont apporté au jour, nous dit M. Lacroix, ce n'est pas simplement l'inventaire des matériaux constituant le cône, c'est celui du massif volcanique tout entier ; ils fournissent la preuve qu'elles en ont entamé le socle.

Les *cendres* sont de nature diverse. Celles qui sont grossières et ont saupoudré Naples étaient noirâtres et constituées par du magma neuf. A partir du paroxysme du 8 avril, les poussières fines résultaient de la trituration de produits variés provenant de l'évidement de la caldeira récente.

Parmi les *blocs* rejetés par les explosions, un grand nombre avaient subi des modifications plus ou moins profondes, différentes de celles produites par une refusion partielle, modifications se manifestant extérieurement par l'existence de beaux minéraux drusiques, et dues à des minéralisateurs (*agents pneumatolytiques*). Des phénomènes de cet ordre ont pu résulter de l'action, sur la roche consolidée, de *fumerolles restées en relation avec la profondeur*.

Ces actions pneumatolytiques ont pu s'exercer, non seulement sur le magma neuf, mais sur des roches de nature quelconque et y déterminer *des phénomènes de contact exomorphes*. M. Lacroix a longuement étudié les modifications rentrant dans cette catégorie ; il a passé en revue des phénomènes du même ordre constatés dans des laves anciennes, afin d'arriver à l'intelligence des documents récents.

Développer ici toutes les considérations émises par le savant professeur du Muséum nous entraînerait un peu loin; il nous suffira de citer les principales conclusions découlant de ses études : Le massif Somma-Vésuve, nous dit-il, est loin de l'uniformité que lui a attribuée, dans un travail récent, M. Washington[2]. L'ensemble des matériaux du volcan comprend non seulement des leucittéphrites basiques, mais encore des roches sans leucite, des trachytes micacés, des trachytes phonolitiques, de véritables phonolites, des monzonites, des micro-

[1] Voir, pour tout ce qui concerne l'éruption de 1906 (épanchements de laves, phénomènes explosifs, avalanches sèches, phénomènes électriques, fumerolles, torrents boueux, mofettes), les articles de M. Lacroix publiés dans les numéros de *la Revue gén. des Sciences* du 30 octobre et du 15 novembre 1906.

[1] M. Mercalli appelle explosions vulcaniennes celles ne lançant que des matériaux déjà consolidés. *Revue gén. des Sc., loc. cit.*

[2] *The Roman comagmatic region*, 1906.

syénites sodalitiques à idocrase, des phonolites leucitiques, des sommaïtes, des microsyénites, des sanidites à leucite, des leucittéphrites différentes des types basiques, et enfin des leucitites provenant de la transformation de quelques-unes des roches précédentes.

Ces roches sont caractérisées par leur richesse en potasse, généralement prédominante sur la soude; elles sont *dopotassiques* ou *sodipotassiques*, à l'exception de la phonolite et de la sanidite qui sont *dosodiques*.

Des roches de couleur claire s'observent à la Somma et présentent un air de famille commun caractérisé par la constance des feldspathoïdes. Des leucittéphrites basiques s'y observent également, offrant une grande ressemblance minéralogique avec celles du Vésuve.

On a de nombreuses preuves de l'instabilité de la leucite en présence des émanations du magma, et M. Lacroix a décrit toute une série de types variés de pseudomorphoses de ce minéral. Celui-ci se forme avec la plus grande facilité par voie de fusion purement ignée dans un magma en voie d'épanchement; mais il semble qu'il ne puisse cristalliser en grande profondeur, là où les minéralisateurs agissent sous pression. Dans de pareilles conditions, le magma ne laisse cristalliser que certaines associations minérales, particulièrement celles de l'orthose, de l'olivine et de la biotite, constituant des roches spéciales, les *sommaïtes*. C'est en 1893 que le professeur du Muséum rencontrait dans les tufs de la Somma des enclaves de *monzonites* à *olivine* et qu'il émettait l'hypothèse qu'elles constituent les formes de profondeur des leucittéphrites qui les accompagnent. Ces premières vues furent confirmées par l'analyse de ces roches, qu'il appela sommaïtes. Elles constituent un type pétrographique spécial, dans lequel la teneur de la leucite est variable et liée à celle de l'olivine. Ces roches n'ont pas été rencontrées en place; leur abondance ne permet pas d'admettre qu'elles proviennent de quelque gisement isolé, mais indique qu'elles ont été arrachées en profondeur.

En résumé, la considération des matériaux constituant le massif du Vésuve-Somma montre que ce massif a une composition chimique et minéralogique complexe, mais que toutes ces roches offrent entre elles une étroite parenté. Ce sont les matériaux rejetés par les grandes explosions qui nous apportent quelques lumières sur la composition pétrographique des racines profondes. Le massif de la Somma, s'il était décapé et débarrassé de ses roches superficielles, ressemblerait à celui du Montana central.

Les observations que nous venons d'exposer et les généralisations auxquelles elles ont donné lieu ont un intérêt de premier ordre; elles font honneur à la Science française, dont M. A. Lacroix est un des plus illustres représentants.

II. — Découverte de la houille en Meurthe-et-Moselle.

Le 19 mars 1905, à la suite de sondages effectués par la Société des Hauts-fourneaux et Fonderies de Pont-à-Mousson, une couche de houille de 70 centimètres d'épaisseur était découverte sur le territoire de cette ville. Cette découverte fut communiquée à l'Académie des Sciences de Paris, le 27 mars de la même année, par M. C. Cavallier, directeur de cette Société[1]. Elle avait été prévue grâce aux études géologiques effectuées soit par M. Nicklès, soit par MM. Marcel Bertrand et Bergeron. Le premier de ces auteurs avait indiqué, comme région la plus favorable, celle où fut installé plus tard le sondage d'Eply; quant aux deux derniers, leurs recherches les avaient amenés à conclure que la ligne d'épaisseur minimum des morts terrains passe probablement à Cheminot-Lesménils, et que le terrain houiller affecte en Lorraine la forme de dômes.

Comme complément à la Note de M. Cavallier, M. Nicklès[2] donnait à l'Académie quelques détails sur deux sondages effectués à Eply et à Lesménils par « les Sociétés lorraines de Charbonnages réunies ». Le sondage d'Eply avait atteint le terrain houiller à la profondeur de 659 mètres, celui de Lesménils l'avait rencontré à 776 mètres, et celui de Pont-à-Mousson avait trouvé du Houiller rubéfié à 789 mètres, du Houiller de facies normal à 805 mètres et une couche de houille à 819 mètres. Les caractères lithologiques des échantillons récoltés rappellent ceux du Westphalien de Sarrebrück.

Dans la même séance de l'Académie, M. B. Zeiller[3] fournissait quelques données sur les plantes houillères recueillies dans ces sondages, plantes caractérisant une flore westphalienne. Au nombre des espèces rencontrées, d'eux d'entre elles, le *Lonchopteris Defrancei* et le *Cingularia typica*, attestent qu'on a bien affaire à un prolongement du bassin houiller de la Sarre.

Le 3 juillet de la même année, M. Nicklès[4] annonçait encore la découverte d'une couche de houille de $2^{m},65$ à Abaucourt, près Nomeny. Le toit de la

[1] C. Cavallier : Sur la découverte de la houille en Meurthe-et-Moselle (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXL, p. 837).

[2] R. Nicklès : Sur les recherches de houille en Meurthe-et-Moselle. *Id.*, p. 896.

[3] R. Zeiller : Sur les plantes houillères des sondages d'Eply, Lesménils et Pont-à-Mousson (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXL, p. 837).

[4] R. Nicklès : Sur la découverte de la houille à Abaucourt (Meurthe-et-Moselle). *C. R. A. S.*, t. CXLII, 66.

couche, disait-il, est à 896 mètres de profondeur, au-dessous de l'orifice du sondage. M. Zeiller ajoutait qu'on avait affaire dans cette localité à des espèces stéphaniennes.

Toutes ces données ont été confirmées par les recherches récentes de ce dernier savant, qui, le 27 mai 1907, présentait à l'Académie une nouvelle Note[1]. Dans celle-ci, il annonçait avoir étudié 10.000 échantillons, parmi lesquels il avait reconnu 145 espèces, dont quelques-unes nouvelles. Les sondages d'où proviennent ces espèces sont au nombre de 9 : Pont-à-Mousson, Eply, Lesménils, Atton, Dombasle, Jezainville, Bois-Greney, Martincourt, Abaucourt.

Les couches traversées à Abaucourt, ainsi qu'il l'avait déjà dit, se révèlent comme appartenant au Stéphanien, tandis que les huit autres sondages se classent dans le Westphalien, mais à des niveaux différents.

Les sondages de Dombasle, Bois-Greney et Jezainville appartiennent à la zone des « Flambants supérieurs », le sondage de Dombasle paraissant être des trois celui qui correspond au niveau le plus élevé. Celui de Jezainville semble avoir traversé des couches un peu plus anciennes que celui de Bois-Greney.

Le sondage de Martincourt se rapproche des trois précédents et, plus spécialement, peut être parallélisé aux couches de Jezainville.

La partie supérieure du sondage de Lesménils semble devoir être rangée dans l'étage des « Flambants inférieurs », tandis que la partie inférieure serait au-dessous des limites de cet étage. Quant aux trois sondages de Pont-à-Mousson, Atton et Eply, ils appartiendraient à l'étage des « Charbons gras ».

Ces attributions confirment celles de MM. R. Nicklès et H. Joly[2] qui, dans une Note précédente, avaient avancé que leurs études les avaient amenés à considérer les couches houillères d'Eply comme plus anciennes que celles d'Atton et de Pont-à-Mousson, que celles de Lesménils étaient plus récentes que ces dernières et plus anciennes que celles de Dombasle. Ces auteurs ont pu établir l'existence de dômes dans les terrains secondaires de la Lorraine française et l'existence de failles orientées du Nord-Est au Sud-Ouest. Ils en avaient conclu à la surélévation des terrains primaires, et par suite du Houiller, hypothèse formulée, dès 1901, par le regretté Marcel Bertrand et qui reçoit ainsi une éclatante confirmation.

[1] R. Zeiller : Sur la flore et les niveaux relatifs des sondages houillers de Meurthe-et-Moselle (*C. R. Ac. des Sc.*, t. CXLIV, p. 1137, 1907).

[2] R. Nicklès et H. Joly : Sur la tectonique du nord de Meurthe-et-Moselle (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXIV, p. 586, 11 mars 1907).

III. — Partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines.

Les publications de MM. Léenhard sur le Ventoux, W. Kilian sur la montagne de Lure, Haug sur les chaînes subalpines entre Gap et Digne, Pâquier sur le Diois et les Baronnies, ont fait connaître la stratigraphie du Crétacé inférieur du Sud-Est de la France. Les recherches de M. G. Fallot ont eu pour objet celle du Crétacé supérieur. La partie moyenne de cette même formation avait été négligée, et sa division en zones paléontologiques restait à établir. C'est cette lacune que vient de combler une Monographie publiée par M. Ch. Jacob, de l'Université de Grenoble, sous le titre d'*Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines*[1].

La première partie de ce Mémoire est consacrée à des listes paléontologiques des divers gisements et à une étude phylogénique des Ammonites du Crétacé moyen. De cette étude se dégagent quelques conclusions d'un vif intérêt, ayant trait, les unes aux formes lisses (*Phylloceras*, *Lytoceras*, *Desmoceras*), les autres aux formes ornées (*Hoplites*, *Schlœnbachia*, *Acanthoceras*, etc.). Pour les premières, il convient de noter leur peu de valeur stratigraphique et leur persistance dans l'ensemble des Alpes françaises et suisses. Le Crétacé moyen du Sud-Est fournit un intermédiaire précieux entre la faune du Néocomien de la même région et celle du Crétacé supérieur de la Province pacifique. Quant aux formes ornées, elles constituent des ensembles fauniques permettant de caractériser les divers horizons. Celles du Crétacé moyen semblent dériver d'un type *Parahoplites* néocomien, à rechercher au voisinage du *Parahoplites angulicostatus* d'Orb.

La deuxième partie est consacrée à la révision de la stratigraphie détaillée du Mésocrétacé, dans le Sud-Est de la France et les régions voisines. Chaque chapitre a trait à une partie spéciale des Alpes. Dans chacun d'eux sont exposées quelques données tectoniques, puis un certain nombre de coupes permettant de synchroniser les divers horizons. Un appendice est consacré à l'étude micrographique de quelques roches provenant des niveaux étudiés. L'ouvrage se termine par un résumé stratigraphique, dont il nous semble utile d'exposer les principaux résultats.

L'Aptien inférieur (sous-étage bedoulien) forme la limite inférieure des terrains étudiés par M. Ch. Jacob. Au-dessus d'eux, l'Aptien supérieur (sous-

[1] *Annales de l'Université de Grenoble*, t. XIX, 2e trim. 1907, p. 221-534.

étage gargasien) peut, d'après notre confrère, se subdiviser en deux niveaux : 1° sous-zone à *Oppelia nisus* et *Hoplites furcatus*; 2° sous-zone à *Douvilleiceras subnodocostatum*, *D. Buxtorfi* et *Belemnites semicanaliculatus*. Ces deux niveaux ont la même extension. Dans la partie profonde du géosynclinal dauphinois, — appelée *fosse vocontienne* par M. Pâquier, — qui s'étend sur l'emplacement des hautes vallées de la Tinée, du Var, du Verdon, des environs de Digne, de Sisteron, du Buis, de Nyons, de Rosans et de Veynes, le Gargasien n'est constitué que par des marnes à fossiles pyriteux. Sur la bordure, les deux niveaux se différencient nettement : la base en est marneuse, le plus souvent transgressive sur le substratum, tandis que le niveau supérieur est à l'état de marnes sableuses et glauconieuses. Au nord du Diois, ce sous-étage est représenté par les couches de Saint-Martin-en-Vercors, du Rimay, du Ravix et d'Autrans.

Des mouvements orogéniques se sont produits entre le Gargasien et une zone qui lui est supérieure, *le niveau de Clansayes* (zone à *Douvilleiceras nodocostatum* et *D. Bigouretti*). Dans la fosse vocontienne, les fossiles du niveau de Clansayes se rencontrent aux environs de Vese (Drôme) et d'Eygalais (Basses-Alpes), sous forme de moules ou d'empreintes à la surface des bancs marneux. Sur les hauts fonds des montagnes du Vercors et de la Chartreuse se sont déposés, à cette époque, des calcaires quartzeux à Entroques et Bryozoaires, qui ont été appelés par Ch. Lory *Calcaires lumachelles* et qui se suivent jusqu'au nord de Chambéry (Révil et Savin).

Dans la fosse vocontienne, la zone succédant à celle de Clansayes (zone à *Hoplites tardefurcatus*) est représentée par des marnes schisteuses fossilifères sous forme d'empreintes au Dresq, près de Saint-Julien-en-Bôchaine (Hautes-Alpes) et près d'Arnayon (Drôme). Cette zone marque un mouvement positif des eaux marines dans les régions méridionales du géosynclinal. Sur les hauts-plateaux du Vercors et de la Chartreuse, un cordon discontinu grèso-phosphaté témoigne d'une occupation néritique.

A la zone à *Hoplites tardefurcatus* succède celle à *Hoplites dentatus*, à la limite de laquelle se produisent de nouveaux mouvements. Elle a laissé des témoins sous forme de grès roux glauconieux à fossiles phosphatés, à la Balme-de-Rencurel et à Fontaine. Par contre, elle est moins nette en Savoie et en Suisse.

Les deux sous-zones suivantes, ou sous-zones à *Mortoniceras Hugardianum* et sous-zone à *Mortoniceras inflatum*, se distinguent surtout par leur faune. La faune de la première existe à la Perte-du-Rhône et dans les régions voisines, tandis que celle de la seconde se trouve dans tout le géosynclinal dauphinois et à Sainte-Croix dans le Jura. On n'a aucun indice d'occupation marine des montagnes de la Chartreuse, à cette époque. Il semble qu'elles devaient être émergées. Quant aux Alpes de Savoie, il y règne un faciès foncé riche en glauconie.

De nouveaux mouvements orogéniques se constatent avant la zone suivante à *Acanthoceras rotomagense*. La partie profonde du géosynclinal s'est déplacée et s'étend en écharpe à travers le Sud-Est. Les formes fossiles méditerranéennes ont disparu du géosynclinal, et la faune à Ammonites ornées du type parisien commence à se montrer pour se continuer dans les étages suivants.

Au Nord, la région du Vercors (La Fauge) a conservé un témoin gréseux de la zone à *Schloenbachia varians*, succédant à celle à *Acanthoceras rotomagense*. On en perd la trace dans les Alpes de Savoie, pour la retrouver en Suisse dans la région de Morcles (Pas de Cheville), où elle forme la base du crétacé supérieur (Seewerkalk).

A quelles zones, se demande M. Jacob, correspond l'étage albien? C'est par le niveau de Clansayes, répond-il, que nous le ferons commencer, tandis que la sous-zone à *Douvilleiceras subnodocostatum* et *D. Buxtorfi* terminera le Gargasien. Quant à la partie supérieure de l'Albien, elle correspondra à la zone à *Mortoniceras inflatum*, tandis que celle à *Acanthoceras rotomagense* sera placée dans le Cénomanien. Faisons remarquer, en terminant, que cette faune de Clansayes a une extension beaucoup plus grande qu'on ne le soupçonnait. MM. W. Kilian et L. Gentil l'ont retrouvée en Afrique avec les mêmes caractères et au même niveau [1].

IV. — Les époques glaciaires dans la chaîne des Alpes.

MM. Penck et Brückner ont commencé en 1901 la publication d'une importante étude consacrée aux « Alpes à l'époque glaciaire [2] », étude qui a paru par livraisons successives et n'est pas encore complètement terminée. Ces deux auteurs, avec la collaboration d'un jeune savant prématurément enlevé à la science, Léon Dupasquier [3], ont été les premiers à mettre en évidence la liaison des terrasses d'alluvions avec les moraines des anciens

[1] W. Kilian et L. Gentil : Découverte de deux horizons du Crétacé au Maroc (*C. R. A. S.*, t. CXLII, p. 603, 5 mai 1906.)

[2] A. Penck et Ed. Brückner : *Die Alpen in Eiszeitalter*, Lief. I, II, III, IV, V, VI, VII und VIII. Tauchnitz, éditeur, Leipzig. 1901-1905.

[3] A. Penck, Ed. Brückner, L. Dupasquier : Le système glaciaire des Alpes. *Bull. Soc. Sc. nat. Neufchatel*, t. XXII, avril 1897.

glaciers. Les cailloutis (*Schotter*) constituant ces alluvions — qu'ils appellent *dépôts fluvio-glaciaires* — ont été formés par des cours d'eau qu'alimentaient des glaciers, dont les moraines occupaient la région frontale. En effet, les terrasses alluviales aboutissent à l'amont à un rempart morainique, au delà duquel une dépression, appelée *dépression centrale* ou *cuvette terminale* (*Zungenbecken*), marque l'emplacement d'un glacier aujourd'hui disparu.

Les cailloutis se répartissent en deux séries distinctes : les plus anciens occupent des plateaux sur lesquels ils s'étendent en nappes ou lambeaux de nappes, tandis que les plus récents sont localisés dans les vallées actuelles, formant à diverses hauteurs des terrasses très nettes.

Les cailloutis de nappes ou Deckenschotter sont au nombre de deux : le *Deckenschotter* supérieur ou des hauts plateaux et le *Deckenschotter* inférieur ou des bas plateaux. Quant aux cailloutis des terrasses, ils se subdivisent aussi en alluvions des hautes terrasses (*Hochterrassenschotter*) et alluvions des basses terrasses (*Niederterrassenschotter*). Chacun de ces systèmes est, en quelque sorte, *emboîté* dans le précédent, dont il est séparé par les traces d'une période de creusement des vallées. Il correspond à une phase distincte d'extension glaciaire, à une *glaciation* pendant laquelle les glaciers ont stationné en des points que nous indiquent la dépression centrale, les moraines abandonnées par eux, et les couches d'alluvions qui leur sont subordonnées. Quatre glaciations successives ont été ainsi reconnues : la plus ancienne a été appelée *Glaciation de Günz*, du nom d'un affluent du Rhin, entre Ulm et Augsbourg. Elle correspond au Deckenschotter supérieur. La deuxième a été appelée *Glaciation de Mindel*, — du nom d'un affluent arrivant au Rhin, en aval de Gunz, — correspondant au Deckenschotter inférieur. La troisième, dite *Glaciation de Riss*, du nom d'un affluent de l'Isar, est en relation avec les hautes terrasses. Enfin, la plus récente, dite *Glaciation de Wurm*, en relation avec les basses terrasses, est désignée d'après une rivière de ce nom située dans la plaine de Munich. Cette dernière correspond à ce qui a été appelé autrefois *moraines internes*, tandis que celle de Riss correspond aux *moraines externes*.

De plus, chaque glaciation a comporté des oscillations de moindre amplitude, que MM. Penck et Brückner ont reconstituées pour la plus récente des quatre, et qu'ils ont appelées « stade de Bühl », « stade de Gschnitz » et « stade de Daun ». Entre le stade de Bühl et le Wurm se place l'oscillation d'Achen.

Les divers phénomènes semblent s'être présentés d'une façon analogue dans les Alpes autrichiennes et bavaroises, en Suisse, ainsi que dans les Alpes françaises et italiennes. Dans tous les massifs, la glaciation de Wurm ne s'est pas étendue aussi loin que celle de Riss, qui est celle ayant présenté la plus grande extension. Quant à la glaciation de Günz, elle aurait eu la même extension que celle de Wurm.

Notons ici que le Deckenschotter a une grande extension en avant des Alpes, et qu'il repose sur une *pénéplaine* de dénudation. A l'époque *préglaciaire*, les Alpes devaient avoir un relief moins accusé qu'actuellement, avec des vallées moins profondes et des crêtes moins élevées.

Les formations glaciaires du versant nord des Alpes orientales, dans les bassins de l'Iller, de la Lech, de l'Inn, de la Salzach et de l'Enns, ont été magistralement décrites par M. Penck. Il a retrouvé dans les deux premiers bassins les systèmes de dépôts fluvio-glaciaires énumérés ci-dessus, avec cette exception que le Deckenschotter supérieur ne paraît plus exister dans la région de Munich. Dans le bassin de l'Inn, les tronçons principaux des vallées ont subi, depuis les temps préglaciaires, un « surcreusement » considérable. Ce travail d'affouillement aurait dépendu de l'épaisseur de la glace ; il serait la cause de la disposition étagée des vallées latérales, relativement aux vallées principales.

Le versant septentrional des Alpes occidentales a été étudié avec soin par M. Brückner. Une remarque intéressante faite par cet auteur est que la présence du Jura, en avant de la plaine suisse, a empêché les glaciers de s'écouler normalement vers l'avant-pays et les a obligés à se confondre en partie. D'après ce géologue, le long du Rhin, en aval de Schaffhouse, on a quatre niveaux d'alluvions bien reconnaissables et disposés de la façon suivante : Basses-terrasses à 30 mètres au-dessus du fleuve, Hautes-terrasses à 20 mètres au-dessus des précédentes, puis les deux niveaux du Deckenschotter, dont le plus ancien est à 120 mètres au-dessus de la rivière. Le Deckenschotter ancien paraît avoir subi des dislocations tectoniques, tandis que le Deckenschotter récent couronne les crêtes depuis la région de Schaffhouse et Eglisau jusqu'au lac de Constance. Autour de la dépression de ce lac et dans l'intérieur des moraines de Wurm se développe un second système de moraines frontales, formant comme un cirque lobé. De Brüg à Bâle, se retrouvent également les quatre systèmes d'alluvions, les écarts verticaux qui les séparent diminuant de l'amont vers l'aval. Faisons remarquer que le degré de décomposition des matériaux dépend de l'ancienneté, et qu'à ce point de vue il y a un contraste frappant entre le Deckenschotter inférieur et la Haute-Terrasse.

Dans le bassin de Genève, les alluvions présentent

un développement remarquable. Elles ont été déposées pendant les oscillations de la dernière glaciation. Près de Thonon (Haute-Savoie), elles s'adossent à un conglomérat plus ancien : celui de la Dranse. Presque uniquement formé d'éléments d'origine chablaisienne, ce conglomérat — dont les bancs inférieurs présentent une stratification en delta — appartient à la période interglaciaire Riss-Wurm.

Pour M. Brückner, les lacs de Genève, Neuchâtel, Bienne, Morat, doivent être considérés comme de véritables bassins glaciaires, creusés dans la molasse avant la fin de la glaciation wurmienne. Toutefois, pour le lac de Genève, ce fait n'exclurait pas l'existence d'un lac avant le wurmien, lac dont l'existence paraît prouvée par le conglomérat de la Dranse cité ci-dessus.

En aval de Genève, les glaces de la vallée du Rhône formaient avec celles de l'Arve et de l'Isère un ensemble qui a été étudié par M. Penck, et qu'il oppose, sous le nom de « glacier rhodanien », « au glacier helvétique[1] ». Son régime est complexe, car il recevait des Alpes un véritable réseau de glaciers tributaires. Toutes les vallées alpines delphino-savoisiennes ont été envahies, et les glaces s'étendaient depuis Martigny, dans le Valais, jusqu'au coude de l'Isère, près de Grenoble. D'autre part, les pays préalpins furent comblés par des alluvions qui, dans les environs de Lyon, peuvent s'étudier dans trois régions naturelles : Balmes viennoises, Dombes, Plateau lyonnais. Les alluvions du Bas-Dauphiné (terrasses de Villeurbanne) sont du niveau des Basses-Terrasses, tandis que celles des collines de Feyzin, Saint-Priest, Décines et Jons appartiennent aux Hautes-Terrasses. Au Deckenschotter se rapportent, dans les Dombes, les alluvions des Plateaux, tandis que les cailloutis de quartzites du Plateau lyonnais sont du Pliocène supérieur.

Dans cette région, la ligne de moraines frontales de la glaciation rissienne (moraines externes) se suit par Vinay sur l'Isère, Beaurepaire, Vienne, Lyon et Bourg, tandis que celle de la glaciation wurmienne (moraines internes) se développe par Vinay, Loi de Paladru, Saint-Quentin, Jons et Ambérieu. Une constatation importante a été faite par M. Penck : c'est la présence du *lœss* sur les moraines de Riss et son absence sur celles de Wurm.

Les dernières livraisons — qui ne le cèdent pas en intérêt aux précédentes — sont consacrées aux formations glaciaires des Alpes méridionales, ainsi qu'aux dépôts morainiques des bassins du Pô, du Tessin, de la vallée de l'Adda et des environs de Lugano. L'analyse de ces publications dépasserait les limites de cet article; nous nous contenterons de renvoyer nos confrères au Mémoire original.

Le travail que nous venons de résumer est une œuvre de tout premier ordre. Il place les auteurs au premier rang des glaciaristes. La réalité d'une série de glaciations séparées par des phases interglaciaires ne peut plus être contestée aujourd'hui. Toutefois, on est en droit de se demander, avec M. Kilian[1], si le rôle attribué aux eaux courantes dans le creusement des vallées n'a pas été un peu méconnu. Des phénomènes se sont certainement produits de l'aval vers l'amont, occasionnés par les oscillations du niveau de base, oscillations récemment mises en évidence par les beaux travaux de M. de Lamothe. Le creusement peut n'être pas dû à la même cause que le remblaiement : le premier pouvant, dans de nombreux cas, être occasionné par les oscillations du niveau de la mer, le second étant produit par des apports d'origine glaciaire. Il y a donc à tenir compte de divers facteurs, dont la part exacte ne sera pas toujours facile à établir.

V. — Tectonique du massif du Simplon.

La tectonique du massif du Simplon a pu être élucidée récemment, grâce au percement du tunnel. M. Hans Schardt[2], professeur à l'Académie de Neuchâtel, qui a suivi les travaux, est arrivé à en préciser les données, lesquelles se sont trouvées assez différentes de ce qui avait été prévu par divers auteurs. Par contre, elles apportent une confirmation éclatante aux vues nouvelles qui se sont fait jour, en ces dernières années, relativement à l'origine des Alpes et que nous avons exposées aux lecteurs de cette *Revue*.

Le massif, envisagé comme le type d'un massif en dôme, est en réalité *formé de plis couchés de gneiss, ayant leur charnière anticlinale enfoncée dans des terrains plus récents*. Ces terrains consistent en schistes calcaires, en schistes micacés gris, souvent grenatifères, d'âge jurassique (*schistes lustrés*), ainsi qu'en calcaires dolomitiques, gypses, anhydrites, quartzites appartenant au Trias.

Sur le flanc sud-est du Monte-Léone, les calcaires dessinent un lacet ayant l'aspect d'un anticlinal, avec charnière tournée vers le Sud. L'intérieur en est

[1] Le chapitre où est étudié par M. Penck la partie française du glacier du Rhône et le glacier de l'Isère a été traduit par M. Louis Schaudel, receveur principal des douanes à Chambéry. Cette traduction a paru à la fois dans le *Bull. d'hist. nat. de la Savoie*, les *Annales de l'Université de Grenoble* et le *Bull. de la Société de Statistique de l'Isere*.

[1] W. Kilian : L'érosion glaciaire et la formation des terrasses. *La Géographie*, 15 novembre 1906.

[2] H. Schardt : Note sur le profil géologique et la tectonique du massif du Simplon. *Eclogæ geol. Helv.*, vol. VIII, p. 173-200, 1906.

occupé par des schistes calcaires, des micaschistes grenatifères et des schistes verts. La branche inférieure de ce long pli couché repose sur des gneiss, et la branche supérieure en est également surmontée. *Ce n'est donc pas un anticlinal, mais un synclinal.*

Cette répétition de bancs calcaires associés à des schistes également calcaires, au milieu de masses gneissiques, permet de conclure que l'on a affaire à des synclinaux séparant des anticlinaux culbutés de gneiss, *ayant leur charnière anticlinale enfoncée vers le Nord.* Le massif ne comprend pas moins de cinq anticlinaux de gneiss, en superposition.

Le profil établi par M. Schardt, suivant l'axe du tunnel, lui a permis de reconnaître les zones suivantes :

1° Schistes lustrés formant une série de replis très aigus, indiqués par des intercalations triasiques ;

2° Trias consistant en roches dolomitiques et gypsifères avec intercalations de roches micacées, de teinte grise, et d'une roche gneissique paraissant être un grès métamorphique ;

3° Gneiss de la Ganter ;

4° Calcaires dolomitiques avec schistes calcaires grenus, et calcaires plaquetés gris. (Cette zone forme le noyau du synclinal du Monte-Léone ; elle n'a, au niveau du tunnel, qu'une épaisseur insignifiante) ;

5° Schistes cristallins et gneiss schisteux composant la zone du Wasenhorn et du socle du Monte-Léone. Dans cette zone existent des pointements de couches jurassiques ou triasiques, sous-jacentes à la masse gneissique. (C'est là un argument puissant, servant à démontrer la superposition des gneiss du Monte-Léone à des sédiments secondaires) ;

6° Bande calcaire du Lago d'Avino (il faut noter qu'à partir de ce point, le profil au niveau du tunnel traverse des terrains différents de ceux de la surface) ;

7° Gneiss et schistes cristallins du Lago d'Avino ;

8° Calcaires et micaschistes calcarifères de l'arête de Vallé ;

9° Gneiss de Vallé (les zones 7 et 9 n'ont pas racine en profondeur) ;

10° Calcaires et schistes calcaires de Vallé-Ciamporino ;

11° Gneiss à galets qui pourraient être assimilés aux gneiss schisteux du Monte-Léone, intermédiaires entre les gneiss schisteux et les gneiss massifs. Cette zone forme un dôme surbaissé, et pourrait être un bombement de gneiss appartenant au fond normal non disloqué du bassin des schistes lustrés ;

12ᵃ Schistes lustrés ;

12ᵇ Calcaires dolomitiques ;

13° Gneiss d'Antigorio (signalons encore ici un petit repli synclinal faisant surgir au milieu du tunnel les calcaires dolomitiques).

Ces entassements de plis expliquent pourquoi toutes les roches sont excessivement disloquées, repliées, laminées et froissées. En outre de la difficulté de les classer, certains replis n'existant qu'en profondeur et ne se manifestant pas à l'extérieur, on comprendra facilement la difficulté du problème dont les géologues cherchaient la solution. Sous une immense coupole se cachaient des zones plissées qui, échappant à l'observation directe, ne pouvaient laisser place qu'à des interprétations hypothétiques.

VI. — Structure géologique de la chaîne du Sentis.

Le travail géologique le plus important paru en Suisse, en ces dernières années, est, sans contredit, la monographie du massif du Sentis, publiée par M. le Professeur Albert Heim, avec la collaboration de trois de ses élèves : Mlle Marie Jerosch, MM. Ernest Blumer et Arnold Heim[1]. Cette monographie est accompagnée d'une carte, au 1/25.000, d'un atlas de profils, d'esquisses et de photographies.

Au point de vue tectonique, le massif — caractérisé par le déjettement de tous ses plis vers le Nord — est formé par six anticlinaux naissant les uns après les autres, par bifurcations successives, de l'Ouest à l'Est, de deux plis initiaux. Ces anticlinaux tendent à s'écarter progressivement les uns des autres, dans la direction de l'Est. De nombreuses fractures, étudiées par Mlle Jerosch, coupent le massif soit longitudinalement, soit transversalement, constituant des failles à rejet vertical ou bien des décrochements horizontaux. C'est ainsi que le premier anticlinal qui, de la Thür au Schwendibach, forme le front de la chaîne, se signale par une faille longitudinale mettant en contact l'Urgonien et l'Hauterivien du flanc méridional avec le Crétacé supérieur du synclinal suivant. Le troisième anticlinal, le plus considérable de la chaîne, est coupé à l'Est du Fählense par une grande fracture (Saxerlücke-Schwendi), suivant laquelle le plongement oriental du pli est repoussé, vers le Nord, d'environ 1 kilomètre. Le cinquième anticlinal est également coupé par cette même fracture, ce qui marque à la fois pour ce pli une diminution brusque d'altitude et un déplacement de son prolongement oriental vers le Nord.

La partie occidentale du Sentis a été décrite par

[1] Alb. Heim, Marie Jerosch, Ern. Blumer and Arn. Heim : Das Säntisgebirge. *Matériaux pour la carte géologique Suisse*, 2e s., liv. XVI.

M. Arnold Heim ; c'est là que s'observe le rétrécissement du faisceau de plis crétacés et leur fusion en deux anticlinaux déjetés. Le même auteur s'est occupé également des relations existant entre les massifs du Sentis, du Goggein, du Gulmen, de Stock et des Churfisten. D'après lui, ces massifs, aujourd'hui séparés, ont fait primitivement partie d'un seul ensemble tectonique. On sait, d'autre part, que la série crétacée de la partie supérieure des Churfisten chevauche sur une série normale de formations crétacées et tertiaires, série se rattachant à la nappe glaronnaise qui, elle-même, est en recouvrement sur le Flysch. Cela étant, l'ensemble tectonique en question doit être considéré comme une nouvelle nappe qui est superposée à cette nappe glaronnaise. Quant à la division en plusieurs massifs aujourd'hui isolés, elle s'explique par des phénomènes d'étirement et de laminage.

La troisième partie de la monographie, due à M. E. Blumer, est consacrée spécialement à l'étude de l'extrémité orientale du sixième anticlinal. Elle commence avec la description d'une fracture, qui détermine une coupure très nette de la voûte du *Hoher Kasten*. Dans le prolongement de cet anticlinal, vers l'Est, s'élèvent les plis du Vorarlberg, et dans la vallée du Rhin quelques pointements rocheux facilitant le raccord entre les deux régions. *C'est à un ensellement de cet anticlinal et de son prolongement, la nappe du Kapf, que correspond la vallée du Rhin.* L'affaissement local des assises crétacées s'explique par des fractures.

Les conclusions développées par le Professeur Albert Heim établissent que le faisceau des plis du Sentis n'est pas autochtone. *Il fait partie d'une vaste nappe chevauchant sur le Flysch.* L'ensemble des dislocations du massif se ramène à une gigantesque poussée dirigée Sud-Nord. Les décrochements horizontaux sont le fait d'inégalités dans la poussée ou dans la résistance, tandis que les failles, *qui n'affectent jamais le soubassement de Flycsh et de Molasse* sont dues à des affaissements locaux de la masse chevauchante, dans des dépressions creusées dans des assises tertiaires par une érosion préalable.

VII. — Géologie des Pyrénées françaises.

M. Léon Carez, ancien président de la Société géologique de France, qui étudie les Pyrénées françaises depuis plus de vingt ans, a commencé, en 1903, la publication d'une série de volumes[1], — qu'il appelle trop modestement des fascicules, — et qui ont pour objet la Géologie de la grande chaîne méridionale. Le premier est consacré aux feuilles de Bayonne, Saint-Jean-Pied-de-Port, Orthez, Mauléon et Urdos; le second, aux feuilles de Tarbes et de Luz; le troisième à celles de Bagnères-de-Luchon et Saint-Gaudens; le quatrième aux feuilles de l'Hospitallet, Foix et Pamiers. Deux volumes, non encore publiés, auront pour objet les feuilles de Prades, Quillan, Carcassonne, Céret, Perpignan et Narbonne.

Chaque volume comprend un certain nombre de chapitres traitant des divers étages des terrains sédimentaires, des roches éruptives et des minéraux, des matériaux utiles et enfin de la structure. Dans chacun de ces chapitres est donné un résumé de tous les travaux connus, l'exposé des recherches personnelles de l'auteur et une liste des localités citées.

Nous avouerons que le plan suivi ne nous a pas pleinement satisfait. Il eut été préférable, semble-t-il, au lieu de limites cartographiques absolument artificielles, de décrire la chaîne d'après des régions naturelles pouvant être distinguées. Le travail aurait gagné en clarté, et le lecteur se serait orienté plus facilement. Quoi qu'il en soit de cette question de forme, ne pouvant suivre le savant collaborateur de la carte dans ses exposés historiques et stratigraphiques, nous nous contenterons d'indiquer les traits principaux de la structure des divers massifs, dans l'ordre où ils ont été décrits.

La partie occidentale des Pyrénées, étudiée dans le tome I, peut être divisée en deux régions : l'une, la plus septentrionale, est composée de plaines ou de collines peu élevées, ne dépassant qu'exceptionnellement l'altitude de 500 mètres, tandis que l'autre est une zone franchement montagneuse, où l'on trouve de nombreux pics supérieurs à 2.000 mètres. La première ne présente aucun terrain plus ancien que le Trias ; le Jurassique n'y est que peu développé. Par contre, le Crétacé et le Tertiaire y occupent de grandes surfaces. L'allure des couches est assez régulière; on constate l'existence de 5 anticlinaux et de 5 synclinaux, suivant plus ou moins fidèlement la direction générale de la chaîne. La région méridionale se signale par des terrains appartenant aux divers systèmes du groupe primaire, au Trias, au Jurassique et au Crétacé inférieur. On y observe même du Crétacé supérieur jusque dans la partie la plus élevée du massif, de Roncevaux aux Eaux-Chaudes. Cette présence du Crétacé sur les hauts sommets est expliquée par M. Carez par *un immense charriage* venu du Sud : le versant méridional des Pyrénées aurait été poussé sur la partie centrale ; il serait parvenu, par une sorte de plan incliné, jusqu'aux plus hauts som-

[1] L. Carez : La Géologie des Pyrénées françaises. *Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique detaillée de la France*, fasc. I, 1903; fasc. II, 1904; fasc. III, 1905; fasc. IV, 1906. Paris, Imprimerie Nationale.

mets. Cet accident se serait fait sentir sur une longueur de plus de 200 kilomètres.

On doit signaler l'existence de trois massifs granitiques: celui de la Haya, celui de Louhossa-Hasparren et celui qui s'étend des Eaux-Chaudes au Pic du Midi d'Ossau. Le premier a fait l'objet d'une étude intéressante de M. Termier[1]. D'après l'éminent pétrographe, l'amas granitique, qui a une douzaine de kilomètres de longueur, est encaissé par des terrains d'âge ordovicien et sa mise en place serait antérieure au Trias. La roche a une assez grande ressemblance avec la protogine du Mont-Blanc. Toutefois, elle est plus siliceuse que la roche alpine, elle renferme un peu plus de magnésie et sa teneur en chaux est plus variable.

M. Termier croit, comme M. Stuart-Menteath, qu'il y a une relation génétique entre les granites du Labourg et celui de la Haya. C'est, dit-il, « *un laccolite d'avant-garde*, relié par une cheminée, que nous ne verrons malheureusement jamais, à une zone sous-jacente située à la base du Silurien, ou au-dessous de cette base, et affectée du même *métamorphisme régional* que les terrains du Labourd »[2].

La bande de terrains décrits dans le tome II, et qui occupe les feuilles de Tarbes et de Luz, au point de vue géologique, peut être divisée en un certain nombre de zones: 1° zone miocène; 2° zone composée d'Eocène, de Crétacé et de Jurassique; 3° zone formée de terrains primaires; 4° zone constituée par du Crétacé supérieur. La caractéristique des terrains de ces diverses zones est leur manque de continuité. Les études de M. Bresson[3] pour la région primaire ont mis ce fait bien en évidence.

Une constatation analogue a été faite, par M. Carez, pour les plis du Secondaire et du Tertiaire qui sont dissymétriques : le flanc méridional des synclinaux est le plus souvent renversé vers le Nord, tandis que le flanc septentrional présente une inclinaison beaucoup moins forte. Quant aux plis de la région primaire, leur déversement est variable.

Il existe trois groupes de lambeaux de recouvrement: environs de Gavarnie, Eaux-Bonnes et Pic Bazès, Bagnères-de-Bigorre. Ils seraient dus à un grand charriage qui les aurait amenés du versant espagnol. Pour MM. Bresson et Seunes, ils seraient simplement produits par des transgressions.

Le tome III est consacré aux feuilles de Bagnères-de-Luchon et de Saint-Gaudens, où l'on peut établir les divisions géologiques suivantes: 1° zone pliocène et miocène, 2° zone des Petites Pyrénées, composée de Trias, de Crétacé supérieur et d'Eocène; 3° zone composée presque exclusivement de Cénomanien, avec quelques affleurements de divers terrains primaires et de Crétacé inférieur; 4° zone de Crétacé inférieur et de Jurassique; 5° zone primaire; 6° zone discontinue de calcaires secondaires; 7° deuxième zone primaire. Les zones tectoniques 5 et 7 ont été étudiées par M. Léon Bertrand[4]. D'après ce savant, cette dernière serait disposée en éventail et formée par une série de plis parallèles déversés vers le Sud, dans la partie espagnole, et poussés vers le Nord, dans la partie française. La zone 5 se fait remarquer par ses caractères de discontinuité. Les particularités signalées s'expliquent par des phénomène de charriage. Une nappe serait venue du Sud. Elle serait séparée de sa racine, qui devrait être cherchée dans la région centrale (7). D'autre part, la zone 6 ne serait tectoniquement que la couverture de cette dernière, couverture ayant subi des laminages d'une grande intensité.

Sur les feuilles Hospitallet, Foix et Pamiers ont été reconnues les divisions géologiques suivantes : 1° zone miocène et éocène lacustre; 2° zone des Petites-Pyrénées; 2° zone cénomanienne avec quelques rares affleurements primaires ou triasiques ; 4° zone secondaire formée de Trias, Jurassique et de Crétacé inférieur; 5° zone primaire et granitique; 6° zone secondaire discontinue; 7° zone granitique et primaire; 8° zone secondaire exclusivement formée de Jurassique et de Crétacé inférieur; 9° zone primaire et granitique.

La région considérée est formée d'une série de compartiments distincts et indépendants — ne présentant une certaine continuité que vers l'axe de la chaîne — séparés par de grandes cassures et chevauchant fréquemment les uns sur les autres, presque toujours dans la direction du Nord. Les chevauchements des environs de Tarascon ont fait avancer les couches sur une distance assez grande pour mériter le nom de charriage.

Dans les environs de Surba, la vallée est occupée par des schistes albiens, sur lesquels reposent soit des schistes primaires verdâtres avec minerai de fer, soit du Trias, soit la dolomie jurassique, soit le calcaire aptien. Ces superpositions anormales, ajoute M. Carez, sont bien certaines et ne peuvent s'expliquer par des anticlinaux aigus avec étirement. Il y aurait du Nord au Sud trois nappes à partir des schistes cristallins.

[1] P. Termier : Le Granite de La Haya ou des Trois-Couronnes (Pays Basque). *Bull. Soc. géol. de France*, 4e s., t. VII, p. 10, 1907.

[2] P. Termier : *Loc. cit.*

[3] Bresson : Etudes sur les formations anciennes des Hautes et Basses-Pyrénées (Haute Chaîne). *Bull. Serv. de la Carte*, n° 93, t. XIV, 1903.

[4] L. Bertrand : Note sommaire sur la structure des régions de terrains primaires de la feuille de Bagnères-de-Luchon. Paris, Imprimerie nationale, 1905.

Des couches charriées ont encore été signalées sur le versant nord des Pyrénées, entre la vallée de l'Ariège et le Roussillon, par M. Léon Bertrand [1]. Le bord nord de la zone plissée, d'après cet auteur, est marqué par un chevauchement frontal qui se suit de Saint-Paul-de-Jarrat jusqu'à Padern, avec une direction Ouest-Est; des terrains secondaires, du Trias à l'Albien, y ont été poussés sur du Crétacé supérieur et du Nummulitique. Sur cette nappe inférieure en vient une seconde, formée des mêmes couches, mais où les calcaires sont fréquemment marmorisés. Enfin, des lambeaux d'une nappe supérieure se montrent sur la précédente, entre l'Aube et le Rébenty, marqués par des paquets primaires reposant sur les couches supérieures de la seconde nappe.

Ces charriages seraient un phénomène n'ayant affecté que la couverture secondaire, et seulement la partie supérieure des terrains primaires de la zone axiale. Les paquets primaires qui se rencontrent à la base des nappes ont été entraînés passivement et n'ont joué aucun rôle dans le charriage.

D'après le même géologue, les plis intéressant les terrains primaires du bord septentrional de la zone centrale sont le résultat de mouvements antépermiens, et le tracé des plis hercyniens n'aurait pas été modifié lorsque se sont produits les charriages tertiaires vers le Nord [2]. Quant aux plis situés au sud de la région axiale, ils sont poussés au Sud et conduisent à une structure isoclinale, avec plongement des couches vers le Nord. Ces plis passent souvent à des plis failles, suivant le type de la structure imbriquée.

Les accidents de cette région méridionale sont des chevauchements imbriqués et nettement enracinés dans la zone primaire. Le bord de celle-ci chevauche sur sa bordure secondaire et tertiaire, elle-même affectée de plis déversés au Sud.

De plus, M. Léon Bertrand croit pouvoir admettre que les accidents tertiaires n'ont pas rendu reconnaissable l'allure des plis anciens, et que « le tracé en plan des plis actuellement observables dans la zone primaire centrale nous donne une image assez approchée du tracé primitif des plis hercyniens ».

VIII. — Phénomènes de charriage en Espagne, dans la zone subbétique.

Les phénomènes de recouvrement constatés dans les Alpes et les Pyrénées françaises ont été également reconnus dans les montagnes espagnoles. En 1904, M. René Nicklès présentait, à la Société géologique de France, une Note dans laquelle il émettait l'hypothèse que des charriages devaient exister dans les chaînes de l'Almaden et de la Magina [1]. Cette hypothèse a été partiellement vérifiée à la suite de recherches effectuées par M. Robert Douvillé et communiquées à l'Académie des Sciences de Paris [2]. Plus récemment, le même auteur a développé sa manière de voir dans une monographie publiée sous le titre de *Esquisse géologique des Préalpes subbétiques* [3] (*partie centrale*) [4], dont nous indiquerons les conclusions les plus importantes.

Sous le nom de « zone subbétique », Marcel Bertrand et M. W. Kilian [5] ont désigné la bande de terrains secondaires comprise entre la Meseta — massif central de la péninsule ibérique — et la Sierra Nevada. « Cette zone aurait joué, par rapport à la zone bétique (Sierra Nevada), le même rôle que les Préalpes par rapport aux Alpes suisses ». L'avant-pays espagnol (*Vorland*) correspond à la Meseta.

Dans la zone subbétique, on serait en présence d'une nappe venue du Sud, qui aurait été formée à l'origine par tous les terrains s'étant déposés dans la région (Jurassique, Crétacé, Eocène). Le Jurassique forme un gigantesque anticlinal couché et charrié vers le Nord. Dans ce déplacement, le flanc renversé du pli se serait étiré pour la plus grande partie. Ses couches les plus récentes appartiennent à la partie supérieure de l'Albien (*Vraconien*), et ne dépassent pas le Jurassique supérieur. Par contre, il se serait produit un décollement du flanc normal: les couches postérieures au Vraconien auraient continué leur marche en avant et dépasseraient la tête anticlinale du noyau jurassique. La partie supérieure de la nappe jurassique a eu son autonomie après le décollement. On peut la désigner sous le nom de nappe *supérieure*, le reste des terrains charriés constituant la nappe *inférieure*.

Cette dernière consiste en un anticlinal couché, qui se suit depuis Martos jusqu'à la route de Vilches à Almeria. Cet anticlinal a été divisé en trois chaînons isolés par l'érosion : 1° Grana-Jabalcux; 3° San Cristobal; 3° Almaden.

L'ensemble de la *Grana* et du *Jabalcux* constitue le premier segment de l'anticlinal charrié formant

[1] Léon Bertrand: Sur les charriages du versant nord des Pyrénées, entre la vallée de l'Ariège et le Roussillon. (*C. R. A. S.*, t. CXLIII, p. 1265, 31 décembre 1906).

[2] Léon Bertrand: Sur l'allure des plis anciens dans les Pyrénées centrales et orientales. (*C. R. A. S.*, t. XLIV, p. 289, 4 février 1907).

[1] R. Nicklès: Sur l'existence des phénomènes de charriage en Espagne, dans la zone subbétique. *Bull. Soc. géol. de France*, 4e s., t. IV, p. 224, mars 1904.

[2] R. Douvillé: Sur les Préalpes subbétiques au sud du Guadalquivir. (*C. R. Acad. S.*, 21 novembre 1904).

[3] Id: Sur les Préalpes subbétiques aux environs de Jaen (*C. R. Acad. S.*, 3 juillet 1905).

[4] Id. Paris, Imprimerie H. Bouillant, 1906.

[5] M. Bertrand et W. Kilian: Etudes sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Malaga (*Mission d'Andalousie*).

la nappe inférieure. Il comprend toute la série jurassique qui, dans cette zone, est peu développée comme épaisseur. Dans le ravin qui descend de Penablanquilla vers le village de Jamilena, le Jurassique est *renversé* et le noyau du pli possède son développement complet.

Une coupe relevée au Nord-Est de Mortos, du Sud au Nord, montre des terrains de plus en plus récents : 1° Néocomien; 2° Aptien; 3° Vraconien; 4° Miocène. Ce dernier plonge nettement *sous* les assises crétacées. Quant au flanc supérieur de l'anticlinal, il présente en succession normale le Barrêmien et l'Aptien inférieur.

A son extrémité orientale, la chaîne prend le nom de Jabalcux. Elle offre une constitution géologique analogue à celle de la Grana ; son flanc septentrional est également bordé par le Miocène.

Le *San Cristobal* est formé, comme le Jabalcux, par un ensemble monoclinal plongeant vers le Sud. A l'Est et à l'Ouest existent des inflexions d'axe, occasionnant des plongements périphériques, qui lui donnent ainsi l'aspect d'un dôme. Sa constitution géologique est simple. A l'Ouest du « Cortijo » de Fontanarès, on observe le contact du noyau jurassique du pli couché et du Miocène. En montant ensuite au sommet du San Cristobal, on voit les couches jurassiques plonger vers le Sud. Celles-ci sont surmontées par le Néocomien, puis par l'Aptien à *Orbitolines*. Enfin, l'ensemble du massif butte contre la chaîne en place de los Grazales.

La chaîne de l'*Almaden* est le témoin le plus important de la nappe inférieure. L'anticlinal y est également très net, mais le noyau jurassique seul a été conservé. Le flanc renversé (Crétacé et partiellement Jurassique) a été étiré. Quant au Crétacé du flanc normal, il est peu développé. La chaîne forme dans son ensemble un pli monoclinal, à inclinaison sud.

Arrivons à la *nappe supérieure*. Elle est généralement formée par les calcaires massifs du Crétacé supérieur, ainsi que par les calcaires gréseux et marneux du Crétacé moyen, le décollement qui a séparé les deux nappes s'étant produit, le plus généralement, à la base du Vraconien. D'après M. Douvillé, cette nappe supérieure « est représentée par une série de lambeaux de recouvrement ou klippes, presque exclusivement formés par les couches supérieures du Crétacé, et généralement situés entre le front nord de la nappe inférieure et le Bas-Pays ». Le massif de la Peña et du Cerro de Jaen est le témoin le plus complet de la nappe supérieure; il est entouré par une ceinture ininterrompue de Miocène.

Deux coupes, relevées du Nord au Sud, font comprendre facilement la structure du massif charrié de Jaen. L'une, prise à l'Ouest, et passant par le sommet 1240, offre la succession suivante : *c*) calcaires massifs oolithiques du Crétacé supérieur; *b*) calcaires gréseux et noduleux du Crétacé moyen; *a*) calcaires gris-jaune de l'Aptien.

Une deuxième coupe, passant à l'Est du massif, par les sommets 980 et 820, permet d'observer les niveaux suivants : *c*) calcaires oolithiques du Sénonien; *b*) calcaires du Crétacé moyen séparés des premiers par une faille; *a*) Vraconien (rive droite du ravin), Aptien (rive gauche).

Le massif est partout coupé en biseau par le substratum, les miroirs de faille abondant sur les bords, ce qui semble indiquer des mouvements orogéniques importants.

Une autre coupe intéressante est celle de la Serrezuela de Pegalajar, où l'on a de haut en bas : 5. Crétacé supérieur; 4. Crétacé moyen; 3. Trias; 2. Miocène; 1. Trias. Les assises 5, 4, 3 sont charriées.

Un massif formant un tout homogène est celui de « Mozon blanco » ; il est entièrement entouré par le Miocène, et ses couches les plus élevées appartiennent au Sénonien.

Le facies du Jurassique, dans les massifs charriés et dans les massifs en place, est différent; dans les premiers, la formation secondaire est représentée par des calcaires foncés peu puissants, sans fossiles, tandis que, dans les seconds, il consiste en calcaires clairs, ayant une certaine épaisseur, et relativement fossilifères.

Entre la région que nous venons d'étudier et la ville de Grenade, le Jurassique appartient au facies clair. L'autre facies paraît, au contraire, bien développé plus au Sud. « Il semblerait donc assez probable, conclut M. R. Douvillé, que les racines des nappes se trouvent au sud de Grenade, ou, au plus, à sa latitude. Des relevés géologiques de détail, basés sur une topographie précise, permettront seuls de résoudre la question. »

IX. — Géologie du nord de Madagascar.

La plupart des données géologiques sur Madagascar — à part celles fournies par un missionnaire anglais, le Révérend Baron[1] — étaient basées sur des documents recueillis par des explorateurs non géologues. Elles étaient forcément incomplètes et demandaient à être mises au point. C'est à cet état de choses que vient de remédier, pour le Nord de l'île, un Mémoire publié en 1906 par M. Paul Lemoine, de l'Université de Paris[2]. Chargé d'une

[1] Baron : Notes on the geology of Madagascar, with an appendix on the fossils by Newton. *Quart. Journ.*, t. XIV, 1889, p. 305-331.

Id : Geological notes of a journey in Madagascar. *Quart. Journ.*, t. LI, 1895, p. 57-72.

[2] P. Lemoine : Etudes géologiques dans le Nord de Madagascar, Paris. Librairie scientifique Hermann, 1906.

mission scientifique par le ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts, ce géologue a étudié la partie septentrionale de Madagascar pendant les années 1902 et 1903. Il a pu établir la succession des terrains qui s'y rencontrent, avec assez de détails pour dresser, du territoire parcouru, des cartes géologiques au 1/200.000 et au 1/500.000.

Il nous a paru intéressant d'exposer les résultats principaux des recherches de notre confrère, lesquelles, nous dit-il, seront complétées par des mémoires spéciaux consacrés à la Paléontologie.

Nous décrirons les divers terrains dans leur ordre d'ancienneté, et en nous dirigeant du Sud vers le Nord.

Des affleurements de *roches anciennes* en place s'observent en amont du confluent de la Loky avec la rivière d'Ambararata. Ce sont tantôt des granites et pegmatites, tantôt des schistes à glaucophane. Un fait important est à noter : c'est le développement de schistes verdâtres surmontant les granites ou les gneiss. Ces schistes représenteraient du Primaire métamorphique.

Les *grès liasiques* présentent un certain développement dans la basse vallée de la Loky. Ils ne renferment aucun fossile. S'ils sont rapportés au Lias, c'est, d'une part, parce qu'ils sont sous-jacents aux couches fossilifères du Jurassique supérieur et, de l'autre, parce qu'ils présentent d'étroites relations stratigraphiques avec les argiles liasiques de Nosy Bé. Dans la partie septentrionale de cette île, un peu au sud de Kola, M. Lemoine a recueilli le *Posidonomya alpina* Gras et le *Leda Doris* d'Orb.

Une autre région où se trouvent des schistes et calcaires fossilifères de ce niveau est celle de Jangoa, près d'Ambodimadiro, où M. Villiaume a récolté des fossiles, parmi lesquels MM. H. Douvillé et R. Zeiller ont reconnu : *Ammonites* cf *serpentinus* Rein. ; *Spiriferina*; *Zeilleria Sarthencis*; *Pholadomya* cf *Voltzi* et *Ph. ovulum*; *Pleuromia*, etc. — Cette région est caractérisée par l'alternance de grès et de schistes, avec accidents ligniteux.

Des fossiles du même âge ont été trouvés par le capitaine Colcanap dans le cercle de Maevetanana[1] : *Harpoceras* (*Hildoceras*) cf. *crassificaltum* Dumortier; *Bouleiceras nitescens* Thev.[2]; *Spiriferina*.

Le *Jurassique inférieur* est surtout constitué par des calcaires. Au-dessus des grès de la montagne d'Analamalandy (rive gauche de la Loky) viennent des calcaires renfermant des Rhynchonelles. Ils alternent d'abord avec des grès; arrivent ensuite de nouvelles assises calcaires, encore avec Rhynchonelles, puis des lumachelles, des calcaires compacts et des calcaires à Polypiers.

Une coupe très complète s'observe sur le chemin traversant la chaîne de l'Andrafiamena, où les calcaires sont encore superposés aux grès. Dans le voisinage d'Ambery existent des alternances de marnes avec calcaires marneux renfermant : *Rhynchonella concinna*, *R. obsoleta*, *R. indica*, *Terebratula* (*Waldheimia*) n. sp., *T. circumdata*. A la partie tout à fait supérieure, se trouvent des bancs à radioles d'oursins qui ont été rapportés au *Cidaris meandrina* Ag. du Bathonien[1].

Le *Jurassique supérieur* n'avait jamais été signalé dans le Nord de Madagascar. Les études de M. Lemoine et les récoltes du capitaine Colcanap l'ont fait connaître à Andranosamontana et à Maromandia. Deux niveaux ont pu être distingués : l'un est le Callovien, caractérisé par des *Reineckeia*, du groupe *R. anceps*, des *Macrocephalites*, des *Perisphinctes* ; l'autre est le Séquanien-Kimeridgien, daté par des *Aspidoceras* du groupe de l'*A. acanthicum*, des *Perisphinctes* du groupe du *P. Plicatilis*. Il faut noter ici qu'au milieu de ces formations jurassiques s'intercalent des roches éruptives de la famille des syénites. Elles ont fait l'objet d'études magistrales dues à M. Lacroix[2]; d'après M. Lemoine, elles seraient d'âge post-liasique et peut-être post-kimeridgien.

Le *Crétacé inférieur* est bien développé sur la rive droite du Rodo, où il est représenté par des marnes à *Duvalia*, *Hoplites*, *Holcostephanus*. D'autres gisements existent encore sur le bord occidental du massif d'Ambre et sur la côte du port Radama[3].

Le *Crétacé moyen* de Diégo-Suarez permet de distinguer deux niveaux : un niveau inférieur bien développé au Mont-Raynaud, où ont été trouvés de très beaux fossiles : *Phylloceras Velledœ*, *Puzosia*, *Anisoceras* et diverses variétés de *Schlœnbachia inflata*; un niveau supérieur à petits fossiles pyriteux caractérisé par l'*Acanthoceras subvicinale*, et rappelant la faune de l'Algérie et de la Tunisie[4].

---

[1] J. Colcanap : Sur la géologie du cercle de Maevetanana. *Bull. Soc. géol. France*, 4e s., t. VI, p. 164, 1906.

[2] A. Thévenin : Sur un genre d'Ammonites du Lias de Madagascar. *Bull. Soc. géol. Fr.* 4e s., t. VI, p. 171, 1906.

[1] Postérieurement à la publication de son travail, M. Lemoine a pu établir qu'on connaît à Madagascar trois facies bien distincts du Jurassique inférieur : 1° facies des environs de Diégo-Suarez à Térébratules, Echinides, Polypiers; 2° facies laguno-marin d'Andranosamontana; 3° facies à Céphalopodes de Causses (P. Lemoine : Les variations de facies dans les terrains sédimentaire de Madagascar. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 4, t. VII, p. 30, 1907).

[2] A. Lacroix : Minéralogie. *Madagascar au début du* xxe *siècle*. Paris, Rudeval, 1902, p. 65, 107.

Id. : Matériaux pour la Minéralogie de Madagascar. *Nouvelles Archives du Muséum* (IX), t. V, 1903, p. 171-254.

[3] Le capitaine Colcanap a signalé dans le cercle de Maevetanana la présence de fossiles berriasiens dans un magnifique état de conservation.

[4] Il y aurait, dit M. Lemoine, « une différence de facies assez notable entre la région de Diégo-Suarez, où la sédi-

L'*Emschérien* s'observe au ravin de la Pierre (montagne des Français), où existent des argiles contenant, dans des concrétions, une faune caractéristique : *Lytoceras multiplexum*, *Pachydiscus rotalinus*, etc... Dans le massif de Windsor-Castle, ces marnes sont remplacées par des grès renfermant une faune différente, mais de même âge.

L'*Aturien* est constitué par des marnes blanches ou rouges, déterminant un escarpement très marqué dans la topographie. Ces marnes se signalent par la présence de débris de test d'*Inoceramus*. Dans le massif de Windor-Castle, les Térébratules sont abondantes, à ce niveau, et les Echinides peu nombreux, tandis que, dans la montagne des Français, ce sont les Oursins qui sont nombreux et les Brachiopodes rares. Nous devons ajouter que l'Aturien est nettement transgressif, et que c'est le seul terme de la série sédimentaire qui, à l'heure actuelle, soit connu sur la côte orientale. C'est M. Boule[1] qui, le premier, a démontré que, sur cette côte, existent des dépôts fossilifères d'âge néocrétacique.

Le *Nummulitique* consiste en calcaires durs et résistants à l'érosion. Dans la montagne des Français, ce sont des massifs escarpés, isolés par des gorges profondes, tandis que, dans Windor-Castle, ce sont des massifs plus petits restés en relief. D'autres petits massifs isolés sont disséminés dans la baie de Diégo-Suarez. Ils peuvent être considérés comme des *éboulis anciens* descendus sur place, par suite de l'éboulement de leur substratum argilo-sableux.

L'*Aquitanien*, que M. Lemoine a été le premier à signaler dans le Bobaomby, est bien caractérisé par des fossiles. Nettement transgressive, cette formation consiste en calcaires alternant avec des tufs basaltiques. Elle repose en discordance sur les sédiments antérieurs.

Des phénomènes d'*âge récent* s'observent dans le Nord et l'Ouest de Madagascar. Ce sont des récifs coralliens soulevés, très développés sur la côte orientale du territoire de Diégo-Suarez, à la baie de Rigny et dans tout le Bobaomby. Ils se suivent sur la côte occidentale, mais s'immergent, peu à peu, en allant du Nord au Sud.

En outre, des traces d'un mouvement positif existent sur le littoral, mouvement qui a déterminé l'envahissement des parties basses. Enfin, des phénomènes de capture, produits aux dépens d'un régime hydrographique ancien, s'observent sur le pourtour de la baie de Diégo-Suarez.

C'est à des éruptions récentes qu'est dû l'énorme « Massif d'Ambre », constituant l'ossature du territoire de Diégo-Suarez. Des cratères-lacs s'y rencontrent; ils sont localisés approximativement sur l'axe nord-sud du massif.

La plus grande partie des roches éruptives consiste en basaltes et en limburgites ; toutefois, des coulées de roches un peu différentes s'y intercalent, des *téphrites*, par exemple. Les roches les plus curieuses sont des *phonolites* et des *tingaïtes*, qui se voient en plusieurs points sur le pourtour du massif.

Un chapitre du travail de M. Lemoine est consacré à la *Tectonique*.

La structure des terrains sédimentaire est simple : les couches, le plus souvent horizontales, ne sont affectées que d'une faible inclinaison, dans une direction donnée. La succession n'est interrompue que par des failles.

La dislocation maîtresse est la faille de la côte orientale, s'étendant de Fort-Dauphin au cap Maroala. Elle fait probablement partie, avec la ligne des Maldives, Laquedives et Chagos, du système de cassures le long desquelles s'est effondré, par compartiments, le continent australo-indo-malgache.

Quant aux accidents affectant la côte occidentale, ils paraissent être d'une nature spéciale, différente de celle des failles de l'autre côté. Ils pourraient être interprétés, d'après notre confrère[1], en admettant, à une époque récente, l'élévation en masse du massif central de Madagascar; ils ressembleraient aux phénomènes indiqués par M. Haug sur le bord est du massif central de la France, entre La Voulte et Aubenas[2].

Le Mémoire de M. Lemoine se termine par quelques considérations sur l'histoire géologique de l'océan Indien.

Ces considérations comportent une large part d'hypothèse; nous ne les discuterons pas dans cette revue, destinée plus spécialement à faire connaître les solutions envisagées comme définitivement acquises.

J. Révil,
Président de la Société d'Histoire naturelle de Savoie.

mentation paraît avoir été assez profonde (abondance de *Phylloceras* et *Lytoceras*), et le reste de Madagascar, où elle semble l'avoir été moins ». *B. S. G. F.* (4), t. VII, p. 36.

[1] M. Boule : Note sur de nouveaux fossiles secondaires de Madagascar. *Bull. Mus.*, t. V, 1899.

[1] P. Lemoine : Observations à la note du capitaine Colcanap. *Bull. Soc. géol. France*, 4e s., t. VI, p. 170, 1906.

[2] E. Haug : *C. R. Ac. Sc.*, 5 nov. 1906.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

De Larminat (E.). — **Topographie pratique de reconnaissance et d'exploration, suivie de Notions élémentaires pratiques de Géodésie et d'Astronomie de campagne** (2e *édition*). — 1 *vol. in*-8° *de* 390 *pages avec* 149 *figures et un atlas.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Lavauzelle, éditeur. Paris*, 1907.

M. de Larminat fait paraître une seconde édition de la Topographie pratique, dont la première édition, couronnée par l'Académie des Sciences, a été accueillie avec la plus grande faveur par les géographes et les explorateurs et a obtenu un succès considérable.

Tout en gardant à ce nouveau volume la même disposition générale qu'à la première édition, l'auteur a remanié certains chapitres et en a ajouté un certain nombre de nouveaux. Quelques points, comme le chapitre des erreurs, ont été développés et précisés; la compensation graphique des triangulations a été traitée en détail; enfin, les tableaux de calcul, les modèles d'itinéraire, etc., ont été renvoyés dans un atlas annexe, ce qui permet au lecteur de les consulter avec la plus grande facilité.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude des formes du terrain, que M. de Larminat considère, avec juste raison, comme la base de la topographie rationnelle. L'auteur, dont la compétence en cette matière est bien connue des spécialistes, expose la question avec la plus grande clarté et termine par des conseils très judicieux sur la méthode à suivre dans le dessin des formes du terrain et sur la façon d'éviter les fautes les plus fréquentes dans les débuts. La seconde partie traite des procédés et des méthodes de la topographie de reconnaissance. L'établissement du canevas de la planimétrie, en se servant de la boussole pour la mesure des azimuts et du pas pour la mesure des longueurs, puis l'établissement du canevas de nivellement au baromètre, sont exposés avec tous les détails nécessaires pour rendre facile l'exécution d'un lever d'itinéraire ou d'un lever expédié.

Dans la troisième partie, l'auteur aborde l'étude des triangulations précises avec emploi d'un petit théodolite, celle de la mesure des bases au moyen de règles, de fils ou de rubans, puis enfin l'étude de la détermination des positions astronomiques. Ces problèmes, d'un ordre déjà un peu élevé, qui effraient souvent ceux des explorateurs dont l'instruction mathématique n'est pas très étendue, sont traités à un point de vue exclusivement pratique et exposés d'une façon élémentaire et parfaitement claire.

En résumé, il semble que cette seconde édition devra avoir au moins le même succès que la première, et l'on ne saurait trop recommander l'ouvrage de M. de Larminat, non seulement à tous les explorateurs, mais à tous ceux qui s'occupent de Géodésie ou de Topographie.

R. Bourgeois,
Chef de la Section de Géodésie
au Service géographique de l'Armée.

Claudel (J.). — **Formules, Tables et Renseignements usuels.** Partie pratique de l'Aide-mémoire des ingénieurs et architectes. 11e *édition entièrement refondue sous la direction de* M. G. Dariès, *Ingénieur de la Ville de Paris.* — 2 *vol. in*-8° *de* 2.300 *pages avec plus de* 1.000 *fig.* (*Prix* : *brochés*, 30 *fr.*; *reliés*, 34 *fr.*) *H. Dunod et E. Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

Les *Formules et Tables* de Claudel sont bien connues des techniciens. La première édition date de 1846, et elle a été suivie de neuf autres en l'espace de soixante ans; l'auteur étant mort dans l'intervalle, la dernière fut mise au point par Barré. La dixième édition étant épuisée, et Barré ayant disparu à son tour, c'est M. Dariès qui a été chargé de préparer une onzième édition. Il en a profité pour refondre complètement l'ouvrage, en l'augmentant considérablement par des chapitres relatifs aux questions nouvelles : électricité, turbines, automobiles, etc. Les *Formules et Tables* conservent néanmoins la concision et la clarté qui ont fait leur succès, et la nouvelle édition paraît devoir fournir, comme ses devancières, une longue et brillante carrière.

2° Sciences physiques

Bourgeois (Léon), *Répétiteur à l'Ecole Polytechnique, Assistant au Muséum.* — **Sur quelques Instruments d'Optique d'un usage courant dans les Laboratoires.** — 1 *broch. p. in*-4° *de* 36 *pages. Hachette et Cie, éditeurs. Paris*, 1907.

En 1873, le regretté Georges Salet faisait paraître, dans le *Dictionnaire de Chimie pure et appliquée* de Ad. Wurtz, un important article qui, sous le titre : Lumière (Applications), donnait « quelques détails sur l'usage des instruments d'Optique qui peuvent être utiles aux chimistes ».

M. Bourgeois s'est proposé, dans un article publié tout dernièrement sous le même titre dans le deuxième *Supplément au Dictionnaire de Chimie* [6, 247-262], de mettre au courant des récents progrès de la science et de compléter en quelques points l'article de Salet.

Matignon (Camille), *Professeur suppléant au Collège de France, Maître de Conférences à la Sorbonne.* — **L'Electrométallurgie des fontes, fers et aciers.** — 1 *vol. in*-8 *de* 96 *pages, avec* 37 *figures.* (*Prix* : 4 fr. 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

Il est, je crois, peu de questions qui préoccupent plus les industriels que l'électrométallurgie; durant ces toutes dernières années, l'électrosidérurgie a pris une importance considérable. Aussi doit-on être reconnaissant aux techniciens des renseignements qu'ils veulent bien rassembler sur ces sujets si intéressants.

La question a fait de tels progrès qu'en quelques mois le livre que présente M. Matignon — et qui est, en somme, un résumé du Rapport de la Mission canadienne envoyée, il y a quelques années, en Europe, pour étudier l'Electrosidérurgie, et de quelques documents qui étaient présentés à l'Exposition de Liége — n'est plus entièrement au point.

On y trouvera néanmoins, et sous une forme condensée, des renseignements sur les procédés Héroult, Keller, Stassano, Kjellin, Schneider, Girod et Gin. Ce petit ouvrage se termine par quelques données sur la fabrication de la fonte au four électrique et sur les applications du four électrique à la métallurgie du cuivre, du nickel et du zinc, toutes questions à l'ordre du jour et sur lesquelles on sera heureux de trouver des indications précises.

L. Guillet,
Docteur ès sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

Balland (A.), *Ancien Pharmacien principal au Laboratoire des Expertises du Comité de l'Intendance.* — **Les Aliments (chimie, analyse, expertise, valeur alimentaire).** — 2 *vol. de* 430 *et* 505 *pages. J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1907.

A notre époque où les questions d'alimentation sont à l'ordre du jour, le traité de M. Balland sera précieux

aux travailleurs. Ce n'est point un ouvrage de théories, ni de vulgarisation, mais un ensemble de documents précieux sur la composition chimique des substances alimentaires les plus usuelles et les plus rares. L'auteur, qui s'est fait connaître par ses nombreux travaux de Chimie alimentaire, a réuni ses analyses personnelles et les a confrontées avec celles des autres chimistes. Il a fait là un travail comparable, par son importance, à ceux de Kœnig et de Atwater.

Le premier volume est entièrement consacré aux céréales ; le second comprend les légumes, les fruits, les condiments, les viandes, les laitages, les conserves, les boissons, les fourrages, et se termine par quelques éclaircies sur la distribution du phosphore et du soufre dans les aliments.

Les médecins qui s'occupent de questions d'alimentation, les fonctionnaires chargés du ravitaillement des armées, les experts spécialisés dans les industries de la meunerie, de la boulangerie, de l'épicerie, des conserves et des fourrages, trouveront dans le livre de M. Balland des documents précis qu'ils pourront utiliser en toute confiance. Ce traité est un véritable « dictionnaire d'alimentation ».

MARCEL LABBÉ,
Médecin des hôpitaux,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

3° Sciences naturelles

Dienert (Fr.), *Docteur ès sciences, Chef du Service de surveillance des Sources de la Ville de Paris.* — **Hydrologie agricole.** — 1 *vol. de* 450 *pages, avec figures, de l'Encyclopédie agricole.* (*Prix* : 5 *fr.*) *J. B. Baillière et fils, éditeurs. Paris*, 1907.

L'ouvrage de M. Dienert peut compter sur un bon accueil, parce qu'il vient bien à son heure. Il s'adresse à tous ceux que la question si importante des eaux intéresse, à un titre quelconque, tels les architectes, hygiénistes, chimistes et agronomes.

Les progrès réalisés dans cet ordre d'idées pendant les dix dernières années sont considérables ; le lecteur s'en convaincra en parcourant ce petit traité, au style précis et sobre, dont les documents statistiques sont tirés des meilleurs auteurs, dont toutes les informations sont contrôlées, souvent par l'auteur lui-même et jusque dans les détails, dont l'exposition claire le met à la portée de tous. Bien que l'auteur ait intitulé l'ouvrage « Hydrologie agricole », parce que l'Agriculture est de toutes les branches de l'activité humaine celle qui a le plus besoin d'eau, et que, de ce chef, le livre a l'apparence d'un traité général, c'est un traité bien spécial, écrit par un spécialiste qui, depuis de longues années, a étudié l'origine et la qualité des eaux captées par la Ville de Paris. Ajoutons d'ailleurs que plusieurs chapitres nous donnent des aperçus bien nouveaux.

L'auteur commence par l'étude de l'origine et de la circulation des eaux souterraines, et, dans ce but, met la spéléologie souvent à contribution.

Nous recueillons ici le fruit de sept années de travail approfondi, consacrées à l'étude de cette circulation souterraine des eaux; nous apprenons à connaître l'application de la fluorescéine, du sel marin, de la levure de bière à la détermination d'un périmètre d'alimentation. L'auteur a dégagé de cette étude quelques lois, et il nous montre ainsi très judicieusement qu'une science ne peut progresser qu'en s'appuyant, avec circonspection il est vrai, sur quelques lois fondamentales que les expériences doivent vérifier ou modifier par la suite.

L'examen de la qualité des eaux montre combien l'application, à l'étude des eaux potables, de la méthode de la conductibilité électrique, introduite par l'auteur en 1902, a été féconde en résultats, notamment dans le cas où les analyses chimiques, bactériologiques, les connaissances géologiques, étaient impuissantes à fournir des résultats satisfaisants.

L'auteur s'occupe enfin de la captation des eaux superficielles ou souterraines et décrit, en particulier, le forage des puits à la dynamite, méthode réellement précieuse dans maintes circonstances.

Le livre se termine par les procédés de stérilisation des eaux potables et l'évacuation des eaux usées.

Le texte est illustré par de nombreuses gravures réunies en tableaux instructifs; ajoutons qu'une bonne bibliographie aurait été fort appréciée: c'est une petite lacune.

Le sujet traité est donc très vaste; le petit volume est appelé à rendre de très réels services, non seulement à ceux qui travaillent dans les laboratoires, mais encore aux praticiens, et il pourra être consulté avec grand fruit par tous ceux que la question si capitale des eaux potables préoccupe à n'importe quel degré.

E. KAYSER,
Directeur du Laboratoire de fermentation à l'Institut national agronomique.

Grandeau (L.), *Inspecteur général des Stations agronomiques, Rapporteur général de l'Agriculture à l'Exposition de* 1900. — **L'Agriculture et les Institutions agricoles du monde au commencement du** XXe **siècle.** *T. III et IV.* — *Imprimerie nationale. Paris*, 1907.

C'est la suite de l'ouvrage dont les tomes I et II ont été présentés ici antérieurement. Dans le tome III, nous trouvons ce qui est relatif aux Œuvres agricoles en France. L'exposé, rédigé ailleurs, par M. Dabat, sur les Enseignements agricoles créés ou subventionnés par le Ministère de l'Agriculture, a servi de base à un exposé plus succinct. Nous nous permettrons de signaler qu'il existe ici des lacunes en ce qui concerne l'enseignement agricole privé, ou même en matière d'enseignement agricole ressortissant à plusieurs départements d'Etat : il y a en France des Instituts agricoles, des Ecoles d'industries agricoles ou techniques, des cours agricoles d'Université analogues à ceux qui sont signalés dans les Universités étrangères. Quand les nations nouvellement outillées, comme le Japon, veulent améliorer leurs services d'enseignement agricole, chacun sait où se trouvent les modèles suivis : ce sont les enseignements agricoles et les Laboratoires de recherches des Universités ou annexes d'Universités, comme ceux d'Allemagne, des Etats-Unis ou de France, qui sont imités. D'autre part, telle Ecole libre d'agriculture de France, ayant une réputation connue très loin à l'étranger, méritait peut-être une petite mention, puisqu'on n'a pas ménagé les pages aux petits laboratoires d'analyses agricoles de cantons ou de sous-préfectures (pages 37-57), qui reçoivent parfois 300 francs de subvention du Département de l'Agriculture, et qui sont sans intérêt aucun au point de vue mondial.

L'exposé relatif à l'Agriculture aux colonies françaises fait, avec raison, état de récentes publications, quelques-unes postérieures à 1900. Cet exposé donne la première vue d'ensemble sur les races animales de nos colonies. Beaucoup de cultures sont traitées un peu brièvement, mais le cadre de l'ouvrage ne comportait peut-être pas un plus grand développement. L'auteur ne semble pas très optimiste en matière de Forêts coloniales et revient à plusieurs reprises sur leur pauvreté en matériel vendable. C'est là peut-être une opinion discutable : les Services Forestiers coloniaux font de belles recettes annuelles et méritent déjà beaucoup par les résultats acquis, notamment en Indo-Chine et dans l'Afrique du Nord.

Le tome IV comprend d'abord l'étude de l'agriculture américaine. Rien n'est plus suggestif que d'approfondir un peu le développement de l'industrie agricole aux Etats-Unis et au Canada, l'organisation du commerce extérieur des denrées agricoles, le grand développement de certaines institutions agronomiques avec leurs statistiques et leurs publications diverses. On trouvera dans l'ouvrage de M. Grandeau une esquisse et un aperçu de l'organisation savante du Ministère de l'Agriculture de Washington, un des merveilleux ou-

tils de la richesse économique de l'Union Américaine.

Le Chili, le Mexique, et surtout la République Argentine, pays de colonisation latine, doivent retenir aussi l'attention par leur évolution progressive accentuée. En ce qui concerne le Brésil, la question du café, précisément parce que bien connue, est sobrement indiquée. Une place plus large est donnée à l'étude, plus nouvelle, du caoutchouc.

L'auteur consacre ensuite la seconde moitié de son livre à l'exposé de deux questions capitales pour l'agriculture mondiale : la production des engrais minéraux et l'alimentation de l'homme et du bétail. Cette dernière partie est ainsi l'occasion d'un exposé sur la technologie et les industries agricoles. C'est avec raison que cette documentation figure dans un tel ouvrage : à notre époque, en effet, les questions économiques relatives au lait, aux diverses boissons, au sucre et aux féculents sont de premier ordre pour la prospérité des classes rurales; elles sont aussi de premier ordre au point de vue du commerce international.

EDMOND GAIN,
Directeur des Etudes agronomiques et coloniales à l'Université de Nancy.

4° Sciences médicales

Morax (Dr V.), *Ophtalmologiste de l'Hôpital Lariboisière.* — **Précis d'Ophtalmologie.** — 1 *vol. in-8 de* XX-640 *pages avec* 339 *figures et* 3 *planches en couleurs.* (*Prix*: 12 *fr.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1907.

L'auteur a su donner à ce précis, orné de figures pour la plupart inédites, une tournure originale et personnelle. La disposition des matières est telle que le néophyte peut aborder le livre sans préparation; il est introduit systématiquement, méthodiquement et graduellement dans le bel art de l'Ophtalmologie.

Le premier chapitre du Précis expose la marche de l'examen clinique et la technique opératoire (désinfection de l'opérateur, du champ opératoire, stérilisation des instruments, des liquides et objets de pansement, pansements). L'on sait que c'est le premier chapitre d'un livre qui est le mieux gravé dans l'esprit du lecteur; aussi jugeons-nous excellent de le familiariser dès le début avec la façon de faire qui se répètera à chaque examen, à chaque intervention.

Par un exposé concis et clair, l'auteur entre en matière en traitant de la région sourcilière, de la région palpébrale, de l'appareil lacrymal, de la conjonctive, de la cornée, de la sclérotique, de l'iris, du corps ciliaire, du cristallin, de l'ophtalmoscope et de l'examen fonctionnel, du corps vitré, du nerf optique, de l'appareil nerveux intra-cranien, de la vision, de l'appareil neuromoteur, de l'orbite, en autant de chapitres.

Partout il dégage les traits essentiels et réalise ainsi le prodige d'être complet dans un cadre fort restreint, tout en réservant une grande place aux figures.

Les interventions opératoires, en particulier les petites, telles que l'incision ou le cathétérisme des voies lacrymales, par exemple, sont exposées avec soin et illustrées par des figures claires. L'étiologie des conjonctivites et leur répartition géographique sont traitées avec une compétence particulière.

Rien n'est supposé connu; tout est exposé avec soin et mis ainsi à la portée du débutant.

Nous recommandons le livre de Morax à tous. Au praticien général, il permettra de faire correctement ce qui est de son ressort; à ceux qui se destinent à l'ophtalmologie, il donnera la première base de leurs notions spéciales; à l'étudiant, il enseignera les données nécessaires pour passer les examens.

Les notions qu'il donne sont avant tout des notions utiles et pratiques. L'exposé en est si clair qu'il est impossible de ne pas les comprendre à première lecture et que celle-ci n'exige aucun effort.

L'ordonnance du livre est telle que tout renseignement peut être trouvé facilement. Débarrassées de toute description routinière, les questions sont partout mises à jour et au point, et toutes les parties du livre sont également soigées.

Dr E. SULZER,
Médecin de la Fondation ophtalmologique Ad. de Rothschild.

5° Sciences diverses

Ray Lankester (E.), *M. A. D., Honorary fellow of Exeter College, Oxford, Correspondent of the Institute of France.* — **The Kingdom of Man.** — 1 *vol. in-8° de* 191 *pages et* 56 *figures dans le texte* (*Prix* : 4 *fr.* 40). *A. Constable and Co., editeurs. Londres*, 1907.

Ce volume est formé par la réunion de trois adresses ou articles, qui n'ont entre eux qu'un lien assez artificiel. Dans le *Fils insurgé de la Nature*, M. Ray Lankester retrace à grands traits la formation des espèces par la sélection des plus aptes, évolution dont le dernier degré a été l'apparition de l'Homme, issu d'un Simien avec un cerveau éducable cinq ou six fois plus gros que celui d'aucun Singe actuel, doué de connaissances, de volonté, de raison et de conscience; cette puissance nouvelle fait servir la Nature à son idéal de bien-être au lieu d'obéir passivement à ses lois. Mais il est possible que cette situation de rebelle vis-à-vis de la méthode de la Nature ne soit pas sans inconvénients futurs; si l'Homme arrive à lutter efficacement contre toutes les maladies, sa multiplication, déjà très rapide, prendra de telles proportions qu'il lui faudra envisager des restrictions au droit de multiplier, ou chercher des sources nouvelles d'énergie. A ce propos, M. Ray Lankester, *fellow* honoraire d'Oxford, attaque vivement les tendances conservatives et trop exclusivement littéraires des Universités anglaises, et spécialement d'Oxford, où le grec, le latin et l'histoire continuent à être la base de l'enseignement que reçoivent les futurs conducteurs de la communauté; il faudrait donner une part plus grande aux sciences de la Nature.

Le second essai traite des progrès des sciences pendant les vingt-cinq dernières années : gaz inertes de Rayleigh et Ramsay, rayons X, radio-activité et radium, télégraphe sans fil, carte du ciel, progrès ininterrompus en Géologie, Botanique, Zoologie, découvertes capitales en Pathologie, depuis les antitoxines jusqu'au *Spirochæte pallida* de Schaudinn. Et, en face de ce superbe sommaire, il regrette vivement qu'il n'y ait pas, en Angleterre du moins, un progrès correspondant de l'influence de la science dans la vie de la communauté, et que si peu d'encouragements et d'aide soient apportés aux savants, ce qu'il attribue à l'éducation purement littéraire des ministres et secrétaires d'Etat, et à l'indifférence injustifiée du public, si intéressé cependant aux progrès de la connaissance scientifique.

La troisième partie : « *Les revanches de la Nature : la maladie du sommeil* » est une histoire des maladies à Trypanosomes; c'est un exemple des désharmonies provoquées par l'Homme sans s'en douter, en résistant à la règle antique de la sélection et de la survivance du plus apte, en dérangeant, par ses migrations, ses introductions d'animaux et de plantes dans des régions nouvelles, l'équilibre lentement établi dans la Nature. La science seule peut permettre à l'Homme de maîtriser les parasites microscopiques qui luttent contre lui; M. Ray Lankester, de nouveau, réclame des Pouvoirs publics une organisation rationnelle de la recherche et l'aide matérielle indispensable. L. CUÉNOT,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Nansouty (Max de). — **Actualités scientifiques**, 3e *année.* — 1 *vol. in-12, de* 361 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Schleicher frères, éditeurs. Paris*, 1907.

Le grand public accueille avec un intérêt toujours croissant les belles études de vulgarisation que lui donne M. de Nansouty, sous le titre « Actualités scientifiques ». Un succès, auquel nous sommes heureux d'applaudir, a désormais consacré cettte intéressante tentative.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 Octobre 1907.

M. le Président annonce à l'Académie le décès de M. M. Lœwy, membre de la Section d'Astronomie, et de M. G.-A. Zeuner, correspondant pour la Section de Mécanique.

1° Sciences mathématiques.— M. G. **Humbert** démontre quelques formules relatives aux minima des classes de formes quadratiques, binaires et positives. — M. E. **Goursat** présente ses recherches sur les équations intégrales. — M. P. **Boutroux** communique les résultats qu'il a obtenus dans l'étude des intégrales de l'équation différentielle : $y' + A_2y^2 + A_3y^3 = 0$. — M. G. **Bigourdan** poursuit l'exposé des observations auxquelles se prêtera le prochain passage de Mercure devant le Soleil et rappelle les apparences physiques variées qui se sont montrées dans le passé. — M. B. **Baillaud** signale l'achèvement de l'installation, au sommet du Pic du Midi, d'un grand instrument astronomique, analogue à l'instrument photographique international. — M. J. **Guillaume** présente ses observations de la comète Mellish (1907 *e*), faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon. — M. **Borrelly** transmet ses observations de la même comète, faites à l'Observatoire de Marseille. — M. G. **Costanzi** montre que les maxima (absolus) des anomalies négatives de la pesanteur ne se vérifient point le long des axes des chaînes de montagnes, mais suivent une ligne parallèle à l'axe même et opposée à la plus grande dépression voisine. De même, les maxima des anomalies positives ne se trouvent pas sur les dépressions, mais se déplacent dans le sens des anomalies positives.

2° Sciences physiques. — M. H. **Pellat** explique la complexité des raies spectrales, non par l'existence d'une masse de corpuscules variés à l'intérieur de l'atome, mais par la variation de la masse de ceux-ci due à l'empiètement des champs magnétiques créés dans leur mouvement par deux ou plusieurs corpuscules. — M. C. **Matignon** a préparé le carbure d'aluminium C^3Al^4 : 1° en chauffant au four Perrot un mélange intime des deux composants; 2° par l'ignition en un point d'un mélange de C avec un excès d'Al; 3° par l'action des chlorures de carbone sur Al. — M. Z. **Tchougaeff**, à propos d'une note récente de M. Pozzi-Escot, rappelle qu'il a indiqué, il y a deux ans, une méthode sensible pour la recherche du nickel en présence du cobalt, et basée sur l'emploi de la diméthylglyoxime en présence d'AzH^3. — M. G. **Blanc**, en faisant réagir CH^3I sur l'acide 1:1-diméthylbutane-1:4:4-tricarbonique, et chauffant l'acide formé, a obtenu l'acide αα̂-triméthyladipique, F.113°-114°. L'anhydride de ce dernier, distillé lentement, se cyclise en une cétone qui, chauffée avec CH^3MgI, donne un alcool tertiaire; celui-ci, distillé à son tour, perd de l'eau et fournit le campholène. — M. C. **Gerber** a constaté que la présence de fluorure de sodium accélère la coagulation du lait par les présures végétales.

3° Sciences naturelles. — M. P. **Salmon** montre que l'anilarsinate de soude, par ses propriétés curatives dans les lésions syphilitiques, par sa toxicité réduite et l'absence d'accidents graves d'intolérance, par l'absence de réactions locales et de douleur au point d'injection, présente de grands avantages pour le traitement de la syphilis. — M. A. **Massaglia** estime que les crises trypanolytiques sont dues à la formation d'anticorps dans le sang des cobayes infectés de trypanosomes; les parasites, en petit nombre, qui échappent à la destruction sont ceux qui donnent lieu aux rechutes. — MM. A. **Giard** et C. **Cépède** montrent que la ponte de la morue dans le Pas-de-Calais, le sud de la mer du Nord et la Baltique a lieu en hiver et que le maximum se produit vers le milieu de février. La date du maximum semble devenir plus tardive à mesure que l'action des courants dérivés du Gulf-Stream devient moins sensible. — M. H. **Hubert** donne un aperçu de la géologie du Dahomey d'après ses observations dans la colonie; il a reconnu trois séries de dépôts : des roches schisteuses anciennes, des grès continentaux non fossilifères et des calcaires fossilifères.

Séance du 28 Octobre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. P. **Boutroux** présente ses recherches sur les points critiques transcendants et sur les fonctions inverses des fonctions entières. — M. P. **Chofardet** adresse ses observations de la comète 1907 *e* (Mellish) faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Besançon. La comète, de 9e grandeur, a l'aspect d'une condensation diffuse, de forme circulaire, sans noyau bien distinct. — MM. **Sy** et **Villatte** communiquent leurs observations de la même comète, faites à l'Observatoire d'Alger.

2° Sciences physiques. — M. H. **Guilleminot** décrit un nouveau quantitomètre pour rayons X, basé sur la mesure de la fluorescence produite sur une plage de platinocyanure de baryum et sa comparaison avec une plage voisine éclairée par une source constante de radium. — M. G. D. **Hinrichs** décrit une méthode nouvelle de détermination des poids atomiques de précision simultanément pour tous les éléments présents dans une seule réaction chimique. Il arrive à la conclusion que la doctrine de Stas sur l'incommensurabilité des poids atomiques est erronée et que tous les poids atomiques peuvent être représentés par des nombres exacts. — M. V. **Auger** a obtenu, par réduction d'une solution chlorhydrique d'anhydride arsénieux avec l'acide hypophosphoreux en présence d'alcool très concentré, un produit rouge-brun, soluble dans les alcalis en donnant une solution colloïdale d'arsenic, renfermant un peu de phosphore. — M. A. **Duboin** a préparé quelques nouveaux sels doubles, tels que l'iodomercurate de fer $FeI^2.2HgI^2.6H^2O$, et les oxyiodures $HgO.2AlI^3.3HgI^2.15H^2O$ et $2AlI^3.5AgI.2AgO.13H^2O$. — M. de **Forcrand** a déterminé la chaleur de formation des oxydes de lithium à partir des éléments : $Li^2O = +143,32$ cal.; $LiOH = +117,3$ cal.; $Li^2O^2 = +152,65$ cal. — M. F. **Bordas** a constaté que les diverses variétés de corindon naturel (saphir, topaze) changent de couleur sous l'action des rayons du radium; la variation de couleur va du rouge au violet, au bleu, au vert et au jaune. Ces expériences montreraient que les colorations de ces pierres précieuses ne sont pas dues chacune à un oxyde métallique spécial. — M. G. **Chesneau** a étudié les causes d'erreur dans le dosage du phosphore des fontes, fers et aciers. Il recommande l'emploi d'un grand excès de réactif molybdique, le lavage du phosphomolybdate à l'eau pure plutôt qu'à l'eau faiblement azotique, l'emploi d'une température très modérée. — M. P. **Gaubert** a observé que la cholestérine, chauffée avec l'acide glycolique ou avec la glycérine, fournit deux composés qui présentent les phénomènes des cristaux liquides. — M. F. **Maignon** a reconnu que les muscles possèdent une amylase, agent de la transformation du glycogène en glucose. Cette transformation, qui s'effectue d'une façon incessante à l'état normal, est exagérée sous certaines influences, et particulièrement lors de

l'écrasement des tissus, qui favorise la mise en contact de l'amylase et du glycogène.

3° Sciences naturelles. — M. J. **Lignières** a observé que les scarifications ne sont pas indispensables à la manifestation de la réaction locale de la peau à la tuberculine; on peut la faire apparaître par simple friction et dépôt de tuberculine pure. — MM. **E. Prillieux** et **Maublanc** montrent que la maladie du rouge du Sapin pectiné, signalée dans le Jura, est bien connue; elle est due à un champignon parasite, le *Fusicoccum abietinum* (*Phoma abietina*). Les ravages sont moins importants qu'on ne l'a dit; on y remédiera en mélangeant davantage le hêtre au sapin dans les régions basses, et en faisant prédominer l'épicéa sur le sapin dans les régions hautes. — M. **E. Henry** a également étudié la maladie du rouge du sapin et reconnu qu'elle est due au *Phomia abietina*. Tout en diminuant la vitalité de l'arbre, elle ne le fait jamais périr, et il est à espérer que, comme en d'autres régions, la maladie disparaîtra naturellement. — M. **Letalle** a étudié la transparence et la couleur de l'eau de mer dans la Manche. La transparence est plus grande en été qu'en hiver et augmente à mesure que l'on s'éloigne des côtes; elle s'accroît aussi avec la température. L'eau tire davantage sur le bleu à mesure que sa température s'élève.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 22 Octobre 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **A. Sevestre**, membre de l'Académie.

M. **A. Chauffard** présente le Rapport sur le concours pour le Prix Louis. — M. **E. Vidal** examine le fonctionnement de la loi Roussel depuis sa promulgation et estime que, si elle n'a pas justifié entièrement les espérances qu'elle avait fait concevoir, la faute en revient surtout aux hommes qui ont été chargés de l'appliquer. Il serait nécessaire, en particulier, que les Comités départementaux prennent plus d'importance et soient chargés de la direction générale du service de protection des enfants du premier âge. — M. **Ch. Moureu** présente de nouvelles recherches sur les dégagements gazeux des sources thermales. — MM. **Gaube** et **Tribot** donnent lecture d'un travail intitulé: La naphtaline est un poison du globule sanguin.

Séance du 29 Octobre 1907.

M. **F. Widal** présente le Rapport sur le concours pour le prix de l'Académie. — M. **Marage** lit un Mémoire sur l'audition de la phonation chez les sourds-muets. — M. le Dr **Rémy** donne lecture d'un travail sur le rôle des extenseurs et des fléchisseurs dans la préhension manuelle. — M. **F. Henneguy** communique ses recherches sur l'origine des cellules sexuelles et leur répartition primitive chez l'embryon de certains Vertébrés.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 19 Octobre 1907.

M. **A. Giard** décrit, sous le nom d'*Anisarthrus Pelseneeri*, un Bopyrien parasite nouveau trouvé sur l'*Athanas nitescens* Leach. — MM. **A. Calmette**, **M. Breton** et **G. Petit** ont observé que la tuberculine introduite chez les cobayes, soit à doses faibles uniques, soit à doses faibles répétées et espacées dans le péritoine ou sous la peau, accroît très manifestement le pouvoir phagocytaire des leucocytes vis-à-vis du bacille de Koch. Par contre, l'injection unique ou répétée de fortes doses de tuberculine le réduit. — M. **M. Nathan** montre que, dans certaines conditions, la cellule de Kupffer, qui représente en réalité une individualisation du plasmode capillaire intra-hépatique, est susceptible d'un retour vers la forme syncytiale. — M. **E. Sacquépée** a étudié une épidémie d'intoxications survenues après l'ingestion de lard salé ; les recherches bactériologiques montrèrent la présence constante de l'entérocoque. — M. **J. Lemaire** présente quelques observations sur la cuti-réaction à la tuberculine. — M. **J. Lépine** signale les variations et les anomalies de l'ophtalmo-réaction chez les aliénés. Elle peut se trouver en défaut, soit par suite de la réduction des réactions de l'organisme, soit à cause d'une insuffisance des processus vaso-moteurs et trophiques. — M. **F. Dévé** montre que l'action des sucs digestifs sur les œufs du tænia échinocoque n'est nullement indispensable pour mettre en liberté l'embryon hexacanthe. — M. **R. Dubois** décrit les métamorphoses du Distome parasite des *Mytilus* perliers. — MM. **G. Meillère** et **A. Pettit** ont constaté que l'élimination fécale et l'élimination rénale du plomb chez des animaux auxquels on a injecté du nitrate de plomb sont un peu plus marquées chez les sujets atteints de néphrite que chez les sujets sains, tout en restant faibles dans les deux cas. — M. **E. Couvreur** et Mlle **M. Bellion** ont observé l'absence totale de sucre dans le sang de l'escargot. — M. **P. Marchal** présente ses recherches biologiques sur le *Chermes pini*. — M. **O. Josué** montre que l'artério-sclérose est le résultat de la mise en œuvre de moyens défensifs destinés à sauvegarder l'intégrité des conduits artériels et leur aptitude fonctionnelle ; mais ces moyens sont imparfaits puisqu'ils deviennent eux-mêmes le point de départ d'altérations, puisque les modifications hyperplasiques s'accompagnent de lésions dégénératives. — M. **J. Cantacuzène** a constaté l'apparition de précipitines dans le sang à la suite de l'inoculation de sérum normal par la voie stomacale. — MM. **F. Widal**, **P. Abrami** et **M. Brulé** distinguent dans les ictères hémolytiques deux sortes d'hémolyse : une par fragilité globulaire, l'autre par action plasmatique. — MM. **G. Guillain**, **L. Boidin** et **N. Fiessinger** ont étudié les propriétés des humeurs de lapin immunisé avec le sérum d'un malade guéri du charbon. — M. **C. Fleig** a reconnu que le sérum glucosé nécessite, pour une même élimination moléculaire de matériaux d'élaboration, pour un même lavage du sang en quelque sorte, un travail rénal total beaucoup moindre que celui qu'exige le sérum chloruré ordinaire; on aura donc souvent intérêt à le substituer à ce dernier.

Séance du 26 Octobre 1907.

M. **E. Gellé** a observé que le nombre des sons vocaux qui sont émis, le cavum fermé, est assez restreint; la vigueur de l'émission paraît être la condition de cette fermeture (voyelles pures, consonnes explosives). La cavité buccale peut, à elle seule, donner naissance aux sons voyelles. — MM. **H. Labbé** et **G. Vitry** montrent que, dans une digestion pancréatique aseptique, la dégradation albuminoïde passe par un stade tel qu'il y a mise en liberté de complexes éthérifiés par l'acide sulfurique, soit des sulfo-conjugués tels que ceux qui sont dosés dans les éliminations urinaires. — M. **P. Cornet** estime que l'obstruction tubaire, la cavité close n'est pas la loi pathogénique de l'otite aiguë ; l'infection de l'oreille moyenne est, au contraire, liée à la perméabilité de la trompe d'Eustache. — M. **C. Fleig** a constaté que la plupart des liquides organiques (transsudats et exsudats) peuvent jouer le rôle de liquides nutritifs artificiels pour les organes isolés. — MM. **J. Lépine** et **V. S. Popoff** ont observé, chez les aliénés ayant reçu des injections de nucléinate de soude, une réaction violente de leurs organes hématopoïétiques. — M. **L. Bourdier** a retiré des fleurs de la verveine un glucoside cristallisé, lévogyre, la *verbénaline*. Il fond à 181°,5 et réduit la liqueur de Fehling. — M. **P. Marchal** présente ses recherches sur les Chermes du groupe du *Ch. piceae* Ratz. — MM. **J. Bordet** et **O. Gengou** montrent que leur microbe de la coqueluche est identique à celui de A. et H. Soulima, mais il est très différent de celui de Jochmann et Krause. — Mlle **L. Kalaboukoff** et **M. E. F. Terroine** ont reconnu que l'addition

de lécithine au suc pancréatique n'active jamais son action dédoublante sur la monobutyrine et très peu son action sur l'huile. Le pouvoir activant de la bile sur la lipase pancréatique doit être entièrement rapporté aux sels biliaires. — M. L. **Nègre** a mis en évidence, dans la sarcosporidiose de la souris, l'existence d'un stade intestinal résistant du parasite, déchargé à l'extérieur avec les excréments et propageant la maladie. — M. E. **Fauré-Frémiet** a découvert un nouvel Infusoire hypotriche, qu'il décrit sous le nom d'*Ancystropodium Maupasi*. — M. Ch. **Dopter** a constaté que le vaccin préparé par les bacilles dysentériques sensibilisés est infiniment moins toxique que l'inoculation de bacilles seuls; il confère l'immunité en général au bout de quatre jours. Pendant que l'animal prépare son immunisation, il n'est pas plus sensible que les témoins à l'épreuve mortelle. — M. A. **Marie** a recherché si la cellule cérébrale pouvait être immunisée, par injection répétée, contre le chlorhydrate de morphine. Ce n'est pas le cas, mais la cellule cérébrale ne présente pas davantage d'hypersensibilité. — MM. P. **Nobécourt** et Ch. **Mantoux** ont étudié la cuti et l'ophtalmo-réaction dans la tuberculose expérimentale du lapin. La première a été constamment négative; la seconde s'est montrée fort inconstante. — M. J. **de Meyer** montre que le pouvoir glycolytique du sang intervient dans une très large mesure dans la régulation de l'équilibre glycémique et qu'un trouble dans la fonction glycolytique provoque nettement l'apparition des deux symptômes les plus pathognomoniques du diabète.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 27 Juin 1907 (suite).

MM. T. **Turner** et D. M. **Levy** ont étudié *le recuit du cuivre en rapport avec sa dilatation*. Ils ont employé une forme spéciale d'extensomètre, en connexion avec un pyromètre de Le Chatelier, pour tracer les variations de longueur des barreaux métalliques pendant le processus du recuit, et ils ont ainsi obtenu des courbes continues reliant la dilatation à la température. Le cuivre recuit a donné une ligne parfaitement droite, de même, d'ailleurs, que le cuivre étiré et le fer forgé. Il apparaît donc que la transformation de l'état dur, élastique, du cuivre travaillé en métal doux n'est pas accompagnée d'une variation de longueur. Comme les changements allotropiques d'un élément produisent des altérations de volume marquées, on doit conclure que les variations causées par le travail mécanique ou par le recuit des métaux ouvrés produisent seulement un réarrangement interne des molécules métalliques, mais sont d'un ordre différent des changements physiques et chimiques regardés comme allotropiques. — M. F. W. **Aston** décrit *un nouvel espace sombre cathodique*, proche de la cathode et intérieur à l'espace sombre de Crookes, qu'il a découvert dans l'hélium et l'hydrogène. La longueur, qui varie de 0,2 à 1 millimètre, est presque indépendante de la pression, mais varie comme l'inverse de la racine carrée de la densité du courant. La chute de potentiel à travers le nouvel espace sombre est constante pour le même gaz : 30 volts pour He et 15 pour H. L'auteur montre que ce nouvel espace sombre doit être considéré comme la distance à travers laquelle les électrons tombent pour atteindre l'énergie suffisante pour ioniser le gaz par collision avec ses molécules.

Communications faites pendant les vacances.

M. W. G. **Duffield**: *L'effet de la pression sur le spectre de l'arc. I. Fer.* L'auteur décrit d'abord le réseau du spectroscope employé à l'examen du spectre, puis le cylindre à pression dans lequel l'arc est formé entre des pôles métalliques opposés à une fenêtre de verre par laquelle on observe. Voici les résultats obtenus avec le fer: A. *Elargissement*: 1° Quand la pression augmente, toutes les lignes deviennent plus larges. 2° Le montant de l'élargissement varie avec les différentes lignes, les unes devenant des bandes à haute pression, les autres restant assez définies. 3° L'élargissement peut être symétrique ou non symétrique; dans le dernier cas, il est plus grand du côté du rouge. B. *Déplacement*: 1° Sous pression, la partie la plus intense de chaque ligne est déplacée de la position qu'elle occupe à la pression ordinaire. 2° Les lignes renversées aussi bien que les lignes brillantes sont déplacées. 3° Quand la pression augmente, le déplacement se fait du côté rouge du spectre. 4° Le déplacement est réel et n'est pas dû à l'élargissement non symétrique. 5° Les déplacements sont différents pour les différentes lignes. 6° Les lignes du fer peuvent être groupées en séries suivant la valeur de leur déplacement. 7° On peut ainsi distinguer trois groupes, dont les déplacements sont dans les rapports 1:2:4. 8° La relation entre la pression et le déplacement est, en général, linéaire. C. *Renversement*: 1° Quand la pression augmente, les lignes renversées deviennent d'abord plus nombreuses et plus larges. 2° La tendance des lignes à se renverser atteint un maximum vers 20 à 25 atmosphères, puis une nouvelle augmentation de pression réduit leur nombre et leur largeur. 3° Il y a deux types de renversement: symétrique et non symétrique. 4° Chez les lignes renversées non symétriquement, la portion renversée ne correspond pas, en général, à la partie la plus intense de la ligne d'émission, mais en général à son côté le plus réfrangible. D. *Intensité*: 1° L'intensité de la lumière émise par l'arc au fer à haute pression est beaucoup plus forte qu'à la pression atmosphérique normale. 2° La pression produit des variations dans l'intensité relative des lignes. — M. T. H. **Havelock**: *La dispersion de la double réfraction et ses rapports avec la structure cristalline.* L'auteur se demande jusqu'à quel point il est possible de considérer la double réfraction, produite artificiellement ou observée dans les cristaux naturels, comme due simplement à une distribution éolotropique de particules similaires. La théorie ordinaire de la double réfraction naturelle ou artificielle la fait dépendre de la molécule individuelle. L'auteur cherche à l'expliquer par un réarrangement des molécules dans l'espace et développe la théorie des propriétés optiques d'un assemblage homogène de particules isotropes. Si le milieu se comporte comme un cristal uniaxe, la double réfraction, égale à la différence des deux principaux indices, est proportionnelle à $(n_0^2-1)^2/n_0$, où n_0 est l'indice de réfraction d'un milieu composé des mêmes particules, avec la même densité, mais arrangées dans l'ordre cubique simple. On en tire une loi de la dispersion de la double réfraction, pourvu que la dispersion de l'indice moyen n_0 soit connue. Les résultats obtenus pour la dispersion de la double réfraction produite dans CS^2 par un champ électrique concordent avec ceux qu'on déduit de la formule. L'auteur passe à la double réfraction dans les cristaux naturels et donne une explication de la dispersion anomale. — MM. H. G. **Plimmer** et J. D. **Thomson** présentent leurs recherches sur le *traitement expérimental de la trypanosomiase chez les rats.* Les cultures de trypanosomes employées étaient celles du surra et du nagana; une trentaine de médicaments ont été expérimentés, entre autres des composés de la quinoline et des composés arsenicaux. Parmi ces derniers, c'est l'atoxyle qui a, de beaucoup, l'action la plus favorable : il fait d'abord disparaître entièrement les trypanosomes du sang; mais ceux-ci réapparaissent et la mort s'ensuit au bout de quelque temps. Après des injections répétées d'atoxyle, il se forme dans le sang une race de trypanosomes complètement résistants à l'atoxyle.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 22 30 NOVEMBRE 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Astronomie

L'observation des surfaces planétaires. — L'observation des surfaces planétaires est, dès l'abord, une des recherches les plus souriantes de l'Astronomie, et, parmi les professionnels, c'est à qui donnera les preuves de la meilleure définition, du pouvoir séparateur le plus grand ; en même temps, se trouvent soulevées les questions les plus captivantes au point de vue philosophique sur la structure intime et les conditions des mondes voisins — touchant une vie analogue à la vie terrestre. Aussi est-ce à Mars, surtout, que l'on s'est adressé pour avoir des renseignements précis, comme étant le plus près de nous : malheureusement, après les découvertes les plus sensationnelles sur les canaux, leurs dédoublements, etc., l'opinion s'est un peu ressaisie en constatant, chez tant d'observateurs excellents, des désaccords flagrants. Quelle part doit-on véritablement retenir de tous ces travaux ? Doit-on prendre pour certaines les observations, si précises, de Lowell ? ou faut-il, au contraire, avec d'éminents auteurs, les traiter — à la forme courtoise près — de fantasmagories ?

Peu d'astronomes ont, autant que Denning, accumulé des documents sur les taches, axes de rotation, durée de rotation..., particulièrement en ce qui regarde Mercure et Vénus ; mais les incertitudes graves laissées en suspens, les divergences inexplicables, sont encore nombreuses. Cet auteur vient de conseiller[1] aux *amateurs* l'examen physique de la surface des planètes ; mais, lorsqu'il déclare considérer cette étude comme plus abordable, immédiatement, avec de faibles ressources, que celle de l'Astronomie de position, on reste assez étonné d'une conclusion aussi optimiste.

Cependant, la longue expérience de cet astronome distingué est matière à réflexion, et les conseils qu'il donne, concernant le choix d'un instrument et la manière de s'en servir, doivent être pris en considération ; mais le doute nous reprend, à nouveau, quand il vient nous dire que la présence d'un léger voile de brume, que le voisinage d'un centre industriel, la proximité d'habitations, ne constituent pas des conditions défavorables.

Sans doute, nous admettrons volontiers que la puissance d'une lunette n'est pas un facteur capital, et que l'aptitude spéciale de l'observateur et son entraînement y peuvent suppléer ; mais, à nos yeux, les observations individuelles sont impuissantes et manquent d'autorité pour trancher un aussi grave débat. Le problème doit être abordé d'un tout autre côté, et il faut, bien au contraire, s'efforcer d'éliminer l'influence de notre atmosphère, influence perturbatrice de premier ordre : la Société Astronomique de France a tenté, à cet égard, une expérience très originale sur Jupiter, en faisant dessiner le disque de la planète, à la même heure, à partir des points les plus variés ; un astronome de Paris, M. J. Mascart, qui s'est efforcé, dans une longue suite d'articles, de dégager les résultats de cette coopération, s'est trouvé en présence des dessins les plus disparates, qu'il s'agissait d'amalgamer.

Nous aurons donc l'occasion de revenir sur cette question ; mais, dès à présent, il faut être très sceptique sur les observations particulières et restreindre nos ambitions sur la connaissance des détails précis à la surface des planètes voisines.

Et, s'il faut donner un conseil aux astronomes amateurs, c'est plutôt de les pousser vers des observations simultanées, comme celles de Jupiter auxquelles il vient d'être fait allusion ; à moins que, à la suite des beaux travaux de l'Observatoire de Lyon, avec les conseils si pratiques de M. Luizet, ils ne veuillent se consacrer à l'étude si passionnante des étoiles variables. Là encore, comme le montre Félix de Roy en des articles[1] que nous ne pouvons analyser faute de place, ils peuvent rendre de précieux services et accumuler d'importants documents.

§ 2. — Art de l'Ingénieur

La question des fumées à Paris. — Le Rapport sur les opérations du Service d'inspection des établissements classés pendant l'année 1906, que

[1] *The Observatory*, t. XXIX.

[1] Sur l'observation des étoiles variables (*Bulletin de la Société belge d'Astronomie*, 1907).

M. Paul Adam vient de présenter au Préfet de Police, renferme d'intéressants renseignements sur cette importante question :

Dans le cours de l'année, sur 847 plaintes diverses reçues par le Service d'inspection, 241, soit 28,45 %, étaient relatives aux fumées dégagées par les établissements publics ou privés, et 122 étaient reconnues fondées. Sur ce nombre, 76 se rapportaient aux établissements non classés et 46 seulement aux établissements classés. Cette différence tient, évidemment, à ce que les établissements classés sont régulièrement surveillés, tandis que les autres, ne l'étant pas, ne sont pas habitués, comme les premiers, à se plier à une réglementation administrative.

Toutefois, il est à espérer, dit M. Paul Adam, que les établissements non classés vont venir à résipiscence maintenant que les deux arguments qu'ils cherchaient à faire valoir vont leur échapper, c'est-à-dire l'exemple donné par les édifices publics et la prétendue dépense excessive nécessaire pour obtenir une bonne fumivorité.

En effet, quoique certaines administrations publiques aient bien tardé à pratiquer la fumivorité, elles ont fini par suivre le progrès et, chez elles, des améliorations ont été obtenues.

Quant à la dépense, les travaux de la Commission d'études sur les fumées nommée par le Préfet de la Seine ont apporté une lumière complète sur ce point.

Pour atteindre le but qui lui avait été indiqué, la Commission a examiné plus de 200 propositions et visité 25 installations des meilleurs appareils qui lui ont été soumis, dont elle a ensuite discuté les principes, le mode d'exécution et les résultats. Puis elle a fait un choix des procédés et appareils dignes d'être expérimentés. L'Administration lui ayant donné la faculté d'utiliser les générateurs de l'usine élévatoire municipale du quai d'Austerlitz pour y installer successivement les appareils à essayer, la Commission entreprit alors une série d'expériences dont les résultats sont fort intéressants.

Elle a communiqué au Préfet de la Seine un tableau des résultats obtenus par deux systèmes, reposant l'un et l'autre sur l'envoi, au-dessus du combustible, d'un supplément d'air, à l'aide de jets de vapeur empruntés au générateur. Par ce moyen, on arrive à supprimer jusqu'à 58 % de l'intensité des fumées les plus noires, — c'est-à-dire à éviter complètement la production de fumées noires, épaisses et prolongées, — et à supprimer 68 % de la masse totale des fumées. Ces résultats sont obtenus *sans augmentation de dépense*; les chefs d'industrie n'ont donc plus aucune raison de ne pas employer la fumivorité.

Ajoutons que, dans l'industrie, pour éviter les fumées, et aussi par économie, on tend aujourd'hui à remplacer les générateurs de vapeur par des moteurs à gaz pauvre. Mais alors de nouveaux inconvénients se produisent : bruit, trépidations, odeurs; car on n'a pas encore, pour construire et diriger ces appareils, l'expérience que plus d'un siècle a fait acquérir dans l'emploi des machines à vapeur. Si donc il faut espérer voir baisser le nombre de plaintes contre les fumées, cette amélioration sera compensée par une augmentation du nombre des plaintes contre le *bruit* : c'est ce que montre, en effet, la statistique de 1906.

De même, le nombre de plaintes contre les *poussières* s'élève d'année en année, parce qu'en brûlant les fumées les foyers soufflés donnent des poussières que les moyens connus permettent difficilement de retenir. Un inconvénient est remplacé par un autre, moindre évidemment, et qu'on n'est pas encore bien habitué à corriger. De 1899 à 1906, le nombre de plaintes fondées contre les poussières s'est élevé de 11 à 24. C'est par des dispositifs en chicanes, en changeant brusquement la vitesse des gaz par des variations de section des carneaux, ou en ayant recours à la force centrifuge, qu'on peut remédier au mal.

§ 3. — Physique

La transmission, au moyen des ondes électro-magnétiques, des écritures, dessins et photographies. — Les ondes hertziennes, dont l'emploi d'abord ne sortait guère du laboratoire, ont été appliquées, dans ces dernières années, aux usages scientifiques et techniques les plus variés. Il est vrai que la télégraphie sans fil reste toujours leur domaine par excellence ; mais la radio-téléphonie, à côté d'elle, peut d'ores et déjà réclamer une certaine attention.

D'autre part, M. Branly, en France, et M. Torres de Quevedo, en Espagne, ont imaginé d'ingénieux dispositifs pour la commande à distance des machines et la direction des bateaux et ballons. La dernière venue, parmi ces applications des ondes électro-magnétiques, est la transmission à distance des écritures et dessins.

La transmission télégraphique des photographies, écritures et dessins sollicite actuellement l'attention des savants de plusieurs pays. A côté du procédé du Professeur Korn, bien connu en France, d'autres méthodes, promettant des résultats analogues, ont vu le jour dans ces derniers mois, et un avenir prochain nous réserve sans doute bien des surprises à cet égard. Le procédé décrit ci-après permet de transmettre à distance des documents graphiques quelconques, *sans l'intermédiaire d'un fil télégraphique*; il vient d'être présenté, par l'inventeur, M. J. G. de Guillén-Garcia, à l'Académie Royale des Sciences et Arts de Barcelone.

De même que dans la transmission au moyen de la télégraphie ordinaire, il convient de distinguer, dans la transmission radio-télégraphique des documents graphiques, le cas des dessins ou écritures de celui des photographies. Il est vrai que, dans d'un et l'autre cas, on se sert de deux stations radio-télégraphiques d'un système quelconque, où l'appareil de transmission, à la station de départ, et l'appareil Morse, à la station d'arrivée, sont remplacés par des cylindres de dimensions identiques, tournant d'un mouvement synchrone sous l'action d'une minuterie ou d'un moteur. A la surface de chacun de ces deux cylindres est appliqué un style se déplaçant d'un mouvement rectiligne, de façon à y former des lignes hélicoïdales d'un pas et d'un diamètre identiques.

Le style et le cylindre de l'appareil de transmission sont insérés dans le circuit d'une pile comprenant un relais, pour ouvrir ou fermer le courant d'un transformateur ou autre appareil émettant des ondes électro-magnétiques.

Le style de l'appareil récepteur, qui remplace celui de l'appareil Morse d'une station d'arrivée radio-télégraphique quelconque, trace également des lignes noires ou colorées, d'une longueur variable suivant la durée d'émission des ondes.

La figure 1 est une vue schématique d'une station de départ de télégraphie sans fil, pourvue du dispositif de transmission des dessins et écritures. La figure 3 est une vue schématique analogue du dispositif servant à la transmission des photographies. La figure 2 représente une station d'arrivée disposée pour recevoir les dessins, écritures ou photographies.

A la station de départ (fig. 1 et 3), on a disposé un cylindre tournant d, animé d'un mouvement de rotation, en contact avec le style e inséré dans le circuit f d'une source d'électricité p qui contient le relais g. A la station d'arrivée (fig. 2), on a disposé, d'une façon analogue, un cylindre d' en contact avec le style e'. Ce cylindre tourne d'un mouvement synchrone au cylindre de la station de départ.

Le relais g (fig. 1 et 3), inséré entre le style e et l'interrupteur de la bobine ou du transformateur h, est disposé de façon à fermer le circuit pendant le passage du courant électrique à travers le style, donnant lieu à la production d'une étincelle et à l'émission d'ondes hertziennes.

Or, si l'on dispose à la surface du cylindre de la figure 1 un dessin produit au moyen d'une encre isola-

trice, le relais, pendant le déplacement du style *e* à la surface métallique du cylindre *d*, ne transmettra pas de courant à la bobine (ou au transformateur) *b* ; aussi il n'y aura, dans *o*, pas de passage d'étincelles pouvant produire des ondes hertziennes. Lorsque, au contraire, le style est appliqué sur le dessin, qui est non-conducteur, le courant ne traversera plus le style, et le relais, fermant le circuit de la bobine *b*, donnera lieu à la production d'étincelles et à l'émission d'ondes électromagnétiques.

Si le cylindre *d'*, à la station d'arrivée, est entourée de papier humecté d'une solution chimique, — de ferro-cyanure de potassium ou de nitrate d'ammonium par exemple, — le style pointu *e'*, toutes les fois qu'il est parcouru par le courant de la pile *p'*, sous l'action des ondes hertziennes émanant de l'antenne A, est appliqué sur le papier, où il tracera une ligne d'une longueur correspondant à la durée d'émission des ondes, c'est-à-dire à la durée de l'ouverture (effectuée par le relais *g* de la station de départ) du circuit renfermant le transformateur. Comme les styles des deux stations exécutent des déplacements équivalents et de même longueur, les lignes tracées par le style *e'* seront identiques à celles produites par le style *e* dans son mouvement à travers le dessin. Comme, d'autre part, les deux styles *e* et *e'* décrivent sur leurs cylindres respectifs des spirales exactement équivalentes, d'un pas inférieur à 1/2 mm., le dessin du cylindre *d* sera rendu avec une fidélité parfaite sur le papier entourant le cylindre *d'*.

Les cylindres *d* et *d'* peuvent être remplacés par des disques métalliques stationnaires ou tournants. Le mouvement des styles *e* et *e'* peut être disposé aussi de façon à décrire des trajectoires parallèles sur les disques correspondants. D'autre part, l'on peut se servir de deux appareils synchroniques où les styles décrivent des spirales analogues à celles des disques de gramophone, ou enfin d'appareils quelconques doués de mouvements synchrones, de façon à rendre partiellement ou intégralement par le style *e'* les dessins disposés sur le cylindre du disque *d*. Il est bon de tracer les dessins à transmettre sur une feuille métallique (étain, aluminium, etc.), et d'appliquer cette dernière sur le cylindre. Le style *e'* à effet chimique peut être remplacé par un style ou rouleau mécanique, s'abaissant au passage du courant pour tracer des lignes de longueur variable.

Pour reproduire le dessin à transmettre au cylindre *d'* sur échelle réduite ou agrandie, il suffit de remplacer le cylindre de réception par un autre plus grand ou plus petit, pourvu que les deux cylindres exécutent des nombres de tours rigoureusement égaux.

Pour la transmission des photographies, l'on se sert d'une station de réception identique, tandis que la station de départ doit être modifiée suivant la figure 3.

Le cylindre (ou le disque métallique) *d* est pourvu d'un relief photographique *h*, positif ou négatif, en gélatine au bichromate ou en toute autre substance analogue. Le style *e* est attaché à l'extrémité du levier double *t*, exécutant, pendant la rotation du cylindre *d*, un mouvement de va-et-vient vertical suivant les élévations ou les dépressions de la surface du cylindre, ou plutôt du relief photographique y disposé. L'axe de rotation *u* de ce double levier est relié à l'une des bornes d'une pile *p*. Au bout postérieur du levier est attaché un rouleau *r*, servant à produire le contact entre le levier *t* et les touches métalliques isolées *a*, a^1, a^2, a^3, et les touches non métalliques *x*, *x'*. Toutes ces touches de contact sont disposées suivant la trajectoire du rouleau *r*. Chacune des touches métalliques isolées *a*, a^1, a^2, a^3 est reliée par un fil conducteur à l'un des disques *c*, c^1, c^2, c^3, montés sur un même arbre en ébonite ou toute autre matière isolante, qui tourne d'un mouvement uniforme. L'un de ces disques *c* a le bord lisse, tandis que le bord des autres est pourvu d'endentures ou de projections, égales entre elles pour un disque donné, mais variables d'un disque à l'autre. Tous ces disques sont en contact avec un cylindre métallique communiquant à travers un fil avec la pile *p*.

Suivant qu'on se sert d'un relief positif ou négatif, les portions blanches correspondent à une dépression ou à une surélévation du relief. Au passage de la pointe du style, le rouleau *r* (le levier atteignant ses positions extrêmes) sera amené au contact des touches *x* ou *x'*, empêchant le courant de passer et de produire à la station d'arrivée des tracés graphiques.

Suivant que la pointe *e* s'abaisse ou se relève, le rouleau *r* attaché à l'extrémité postérieure *t* s'abaisse ou se relève également, de façon que le courant traversant le relais parcourt l'un ou l'autre des disques *c*, c^1, c^2, c^3, réduisant ou augmentant par là l'intensité du courant et, par conséquent, l'émission d'ondes hertziennes selon le profil du bord des disques.

Le style de la station de réception, à l'arrivée des

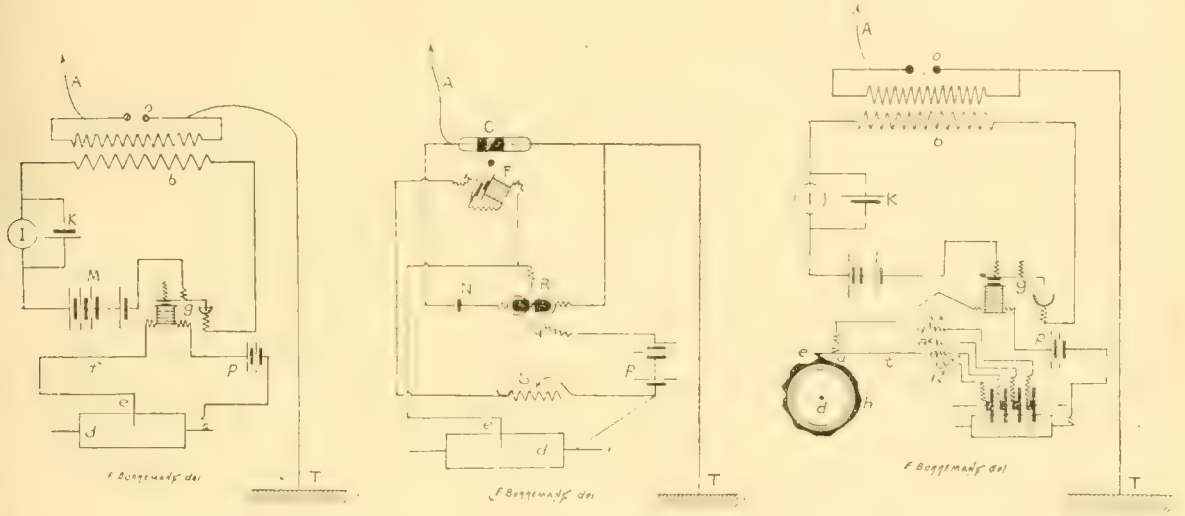


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Fig. 1 à 3. — *Appareils pour la transmission et la réception, au moyen des ondes électromagnétiques, des écritures, dessins et photographies.* — *d*, *d'*, cylindres transmetteur et récepteur ; *e*, *e'*, styles transmetteur et récepteur ; *p*, pile ; *g*, relais ; A, antenne ; *o*, éclateur ; *b*, transformateur ; *h*, relief en gélatine ; *t*, levier double ; *u*, axe de rotation ; *a*, a^1, a^2, a^3, touches métalliques ; *x*, *x'*, touches non métalliques ; *c*, c^1, c^2, c^3, disques ; T, terre.

ondes hertziennes, trace, au moyen du disque à bord lisse c, des lignes pleines correspondant aux portions noires du dessin, tandis que les disques c^1, c^2, c^3 donnent lieu à la production de lignes non continues correspondant aux diverses nuances du dessin.

Le mécanisme effectuant la rotation et le déplacement des cylindres a été supprimé dans nos illustrations schématiques.

Le dispositif décrit ci-dessus rendra des services surtout aux revues illustrées, qui, comme on le sait, se piquent de reproduire aussitôt que possible les événements de quelque importance. Le service de sûreté profitera également de cet appareil, qui permet de transmettre le signalement de criminels simultanément en toutes directions et même sur mer. En temps de guerre, il pourra servir à assurer les communications entre les places assiégées et les détachements postés au dehors. Il se montrera utile aussi pour bien des emplois commerciaux et techniques, surtout pour la transmission des signatures. **Alfred Gradenwitz.**

§ 4. — Chimie

Sur la synthèse de l'anhydride nitreux. — Suivant un procédé indiqué il y a quelques années par M. Helbig, on produit l'anhydride nitreux aux dépens de l'oxygène et de l'azote de l'air liquide, en y faisant passer une série d'étincelles constituant un véritable arc voltaïque alternatif. Comme ce composé est solide à la température d'ébullition de l'air, il se sépare du liquide sous la forme de flocons verdâtres.

L'appareil employé dans ce procédé comporte un vase cylindrique de Dewar, dont le double fond est traversé par une électrode de platine qui y est soudée. Ce vase renferme un ballon allongé, dont le fond est également traversé par une électrode de platine susceptible d'être amenée au contact de la première. Après avoir introduit l'air liquide dans ce ballon, on fait passer l'arc voltaïque entre l'électrode soudée à son fond et une électrode mobile entrant verticalement à travers son col.

Or, en raison de l'inévitable inhomogénéité du verre entourant les électrodes et des différences de dilatation entre ce dernier et le platine, il arrive assez souvent que les vases de Dewar et les ballons qui y sont renfermés se fendent, bien que M. Helbig se serve d'un dispositif auxiliaire lui permettant de refroidir les réservoirs avec une lenteur extrême avant de procéder aux expériences.

M. O. Scarpa[1], au cours d'un travail plus étendu, vient d'avoir l'occasion de répéter les expériences de M. Helbig, en éliminant les inconvénients inhérents à cette méthode, tout en simplifiant le dispositif et en le modifiant de façon à permettre le traitement simultané d'une quantité considérable d'air liquide.

M. Scarpa se sert d'un vase de Dewar sphérique ou cylindrique, auquel il applique un bouchon de liège à trois perforations, dont l'une sert à la décharge des vapeurs, tandis que les deux autres sont traversées à frottement dur par deux tubes de verre descendant jusqu'au fond du vase et portant les deux électrodes. Ces dernières sont constituées par des barres de cuivre d'environ 5 millimètres d'épaisseur, auxquelles sont soudés, suivant l'axe, deux fils de platine gros et courts. L'un de ces fils est rectiligne; l'autre est plié de façon à croiser le premier à angle droit. Les barres de cuivre sont réunies en dehors du vase aux deux pôles d'un transformateur. Celle qui porte le fil de platine replié est également repliée à angle droit; la portion horizontale est insérée dans un tube de verre fermé à son extrémité de façon à pouvoir être facilement manœuvré.

Une bobine de Ruhmkorff, capable de donner dans les conditions ordinaires des étincelles d'environ 15 centimètres, sert de transformateur; le primaire est traversé par le courant alternatif municipal (150 volts, 42 périodes), ajusté, au moyen d'un rhéostat, à l'intensité d'environ 7 ampères. Dans ces conditions, la différence de potentiel entre les électrodes pendant l'expérience reste inférieure à 2.000 volts, la distance explosive étant d'environ 2 millimètres.

Après avoir rempli le vase d'air liquide aux 4/5 de son volume, on met le bouchon portant les électrodes en place et l'on établit et ajuste le courant traversant le primaire du transformateur. Au moyen d'un levier, on met ensuite les deux électrodes en court-circuit, après quoi on les sépare à la distance de quelques millimètres. A travers cet intervalle, on établit ainsi un arc fort brillant, accompagné d'une vive ébullition de l'air et de la formation rapide d'anhydride nitreux.

Pour déterminer les réactions qui conduisent à cette synthèse de l'anhydride nitreux, il faut, en première ligne, distinguer entre celles qui sont possibles dans la région de l'arc voltaïque et les réactions possibles dans la région de l'air liquide. Or, dans la région de l'arc électrique, la température est excessivement élevée et certainement supérieure à 1.800°; les électrodes de platine fondent, en effet, quelquefois à leurs extrémités et un fil de platine mince, introduit dans l'intervalle, fond instantanément. Comme, dans cette région, l'oxygène et l'azote se trouvent en présence à l'état gazeux, la réaction $Az^2 + O^2 = 2AzO$, c'est-à-dire la réaction initiale de l'expérience de Cavendish et des fours de Birkeland, doit se produire entre eux. Cette réaction est toujours limitée, et, s'il était possible d'atteindre l'équilibre dans la région de l'arc, la formation partielle de bioxyde d'azote devrait correspondre aussi quantitativement aux expériences et aux calculs de Nernst, suivant lesquels l'équilibre entre les trois gaz, oxygène, azote et bioxyde d'azote, est établi quand on a :

à 1.500° abs.	0,10 °/₀	AzO,	par volume.
à 2.000° —	0.61 °/₀	AzO,	—
à 2.500° —	1,79 °/₀	AzO,	—
à 3.000° —	3,57 °/₀	AzO,	—

Les gaz s'échappent avec une extrême rapidité de la région de l'arc voltaïque pour entrer dans celle de l'air liquide, où l'on constate l'apparition immédiate de flocons d'anhydride nitreux. Comme, dans la première région, en raison de la température élevée, toute hypothèse relative à une oxydation ultérieure du bioxyde d'azote (le plus endothermique de tous les oxydes d'azote) semble devoir être exclue, il s'agit de déterminer si c'est vraiment dans la région de l'air liquide que l'oxydation ultérieure du bioxyde d'azote se produit, et en vertu de quelles réactions.

L'auteur se base sur les résultats des expériences de MM. Francesconi et Sciacca[1], expériences qu'il vient de refaire en partie, et dont voici les résultats :

1° AzO et O, à l'état liquide tous les deux, ou l'un liquide et l'autre gazeux, donnent exclusivement Az^2O^3;

2° AzO et O, à l'état gazeux tous les deux, donnent l'anhydride nitreux seulement aux températures inférieures à — 110°;

3° L'anhydride hyponitreux peut être réduit en Az^2O^3 sous l'action de AzO seulement en dessus de — 150°;

4° L'anhydride nitreux subit l'action de l'oxygène en se transformant en anhydride hyponitreux seulement aux températures supérieures à — 100°.

Comme, d'autre part, dans les expériences de Helbig, il ne se produit pas la moindre trace d'anhydride hyponitreux solide, l'on peut affirmer que l'oxydation de l'oxyde AzO, conduisant à la formation d'anhydride nitreux, a lieu dans la région de l'air liquide.

La synthèse de l'anhydride nitreux suivant la méthode de Helbig se produit, par conséquent, en deux stades : dans le premier, une petite partie de

[1] *L'Elettricista*, n° 19, 1907.

[1] *Gazzetta Chimica italiana*, t. XXXIV, 1904.

l'oxygène et de l'azote provenant de l'évaporation de l'air liquide se combinent pour former l'oxyde AzO; dans le second, qui se passe dans l'air bouillant, cet oxyde subit une oxydation ultérieure, formant l'anhydride voulu.

§ 5. — Biologie

La restauration des momies. — Il y a quelques années, le Professeur Harris H. Wilder, de Northampton, occupé à préparer des squelettes d'embryons suivant la méthode de Schultze, fit l'intéressante observation que ces objets, rétrécis par leur séjour dans l'alcool, regagnaient leurs dimensions et formes normales aussitôt qu'on les plaçait dans une solution à 3 °/₀ de potasse caustique. L'expérimentateur américain en vint à supposer que cette solution devait exercer des effets analogues sur les tissus animaux privés d'eau par un séchage à l'air; une expérience faite sur un corps de grenouille desséché lui démontra la justesse de ses conclusions. Ce premier succès l'encouragea à appliquer cette même méthode à la restitution des cadavres humains momifiés : le procédé suivant lui a donné des résultants vraiment surprenants.

L'objet est placé immédiatement dans un réservoir contenant une solution à 1-3 °/₀ de potasse caustique, sous la surface de laquelle on le maintient jusqu'à ce qu'il soit parfaitement mouillé. Le tissu momifié, qui d'abord flotte à la surface du liquide, ne tarde pas à s'imbiber de ce dernier et à s'enfoncer graduellement. Il convient d'observer très soigneusement l'objet pendant son séjour dans le liquide, pour l'en retirer aussitôt qu'il montre le moindre signe de décomposition. Une désagrégation partielle ne saurait être évitée dans les endroits putréfiés avant l'achèvement du séchage. La durée de cette opération varie entre douze et quarante-huit heures. Après l'avoir retiré de la solution de potasse, on place le tissu pendant quelque temps dans l'eau, où il continuera le plus souvent à se gonfler; aussi faut-il user d'une extrême précaution pendant ce stade du procédé. Pour éviter un gonflement excessif (conduisant à la désagrégation des tissus), M. Wilder conseille de plonger l'objet, une fois le traitement assez avancé, dans une solution à 3 °/₀ de formaline, laquelle exercera un effet fixateur, s'opposant à toute altération ultérieure; aussi convient-il de l'y laisser en vue d'une préservation permanente.

M. Wilder a d'abord réussi à restaurer d'une façon très satisfaisante — et même à en rétablir avec une certaine approximation la couleur de la peau — une momie péruvienne du musée Peabody. Tous les tissus ont repris leur consistance naturelle, de façon à se prêter parfaitement à l'examen microscopique. Sous la peau, l'expérimentateur a constaté la présence, en grand nombre, de cellules de graisse, dont la forme un peu aplatie lui a démontré l'insuffisance relative de la restauration, les parties correspondantes de l'individu vivant devant avoir été un peu plus fortement gonflées.

Des têtes d'enfants de la tribu indienne des « Cliff-dwellers », séchées au soleil sans application de baume, ont été également traitées avec succès. Les différentes parties du visage, méconnaissables et presque entièrement effacées avant le traitement, ont réapparu avec une netteté presque aussi grande que dans l'individu vivant. M. Wilder a même pu constater que le cuir chevelu de l'un de ces enfants avait été couvert d'un eczéma.

Les momies de plusieurs individus adultes, appartenant à cette même tribu indienne, ont été restaurées avec un succès égal, tandis que les cadavres embaumés suivant le procédé péruvien se sont trouvés être conservés seulement à la surface, les parties profondes étant complètement décomposées. M. Wilder en tire la conclusion que le séchage au soleil ou même à l'air des montagnes est préférable à l'embaumement péruvien.

D'autre part, M. Wilder espère réaliser des résultats même supérieurs par la restauration des momies égyptiennes qui, comme on le sait, sont les mieux conservées; aussi pourra-t-on probablement reconstituer, dans toute leur réalité, les traits des Pharaons les plus anciens.

L'importance scientifique de cette méthode réside évidemment dans la possibilité qu'elle donne de soumettre les tissus momifiés à un examen anatomique rigoureux.

§ 6. — Géographie et colonisation

L'Exposition agricole de Palime (Togo). — Les Allemands ont donné une vive impulsion à l'agriculture dans leur colonie du Togo et ils se sont particulièrement attachés à y développer la production du coton. Les rapports annuels publiés par le Gouvernement en font foi[1]; mais, cette année, les résultats obtenus ont été rendus plus tangibles encore, grâce à l'Exposition agricole organisée par le comte Zech, gouverneur du Togo, à Palime, terminus actuel du chemin de fer de pénétration, à 115 kilomètres de la côte. Cette exposition a été ouverte du 27 janvier, jour où fut inaugurée la ligne nouvelle, au 31 janvier. L'importance en a été réelle, comme on peut s'en convaincre notamment à la lecture du compte rendu qu'en a donné le Dr S. Soskin[2], et elle ne peut manquer d'avoir des suites heureuses pour le dévelopement économique du Togo.

L'exposition de Palime avait réuni 3.500 exposants, venus de tous les districts de la colonie. Elle a été visitée par 15.000 indigènes à peu près, habitant soit les environs de Palime, soit aussi des districts voisins, et par 200 Européens.

La superficie couverte par l'Exposition était de 4 hectares. Les produits étaient répartis entre onze groupes. Un coup d'œil rapide sur ces divers groupes donnera une idée de l'état agricole du Togo.

Le premier, qui comprenait les textiles, devait au coton une importance particulière. Il y a eu, pour ce produit, 426 exposants indigènes, appartenant principalement aux districts de Misahöhe, Atakpamé et Sokode; mais ceux de Lome, Anecho, Kete-Kratschi et Mangou, quoique produisant moins de coton, étaient aussi représentés. A côté du coton brut et des graines, on pouvait voir aussi les appareils primitifs à filer et à tisser employés par les indigènes, ainsi que les différentes machines introduites dans la colonie pour la manipulation de ce produit: égreneuses à main et à moteur, presses de diverses dimensions, etc.

Une mention particulière doit être faite des expositions du *Comité économique colonial*[3] et de la *Société allemande du Togo*. Le premier avait réuni dans une galerie spéciale tout ce qui a trait à la production du coton au Togo : échantillons, végétaux, livres, etc. L'École cotonnière créée par ce Comité à Nouatché, et qui a été transformée en École agricole indigène, avait exposé les résultats des travaux des élèves. La Société allemande du Togo a accompagné son exposition de coton et de tissus de coton de tableaux montrant les résultats que l'on obtient, pour cette culture, en fumant la terre : 1 are de terrain non fumé donne 1.160 grammes de coton et 1 are fumé en donne 3.450 grammes.

Parmi les autres textiles, on rencontrait le kapok

---

[1] *Jahresbericht über die Entwikelung der deutschen Schutzgebiete in Afrika und der Südsee im Jahre* 1905-1906. — On y voit que l'exportation du coton a quadruplé, au Togo, depuis trois ans : de 32.000 kilogs en 1903, elle passe à 108.000 en 1904 et à 134.000 en 1905.

[2] Dr S. Soskin : Die Ausstellung zu Palime (*Der Tropenpflanzer*, mars 1907, p. 156-167).

[3] Ce Comité a fait de grands efforts pour développer la culture du coton dans les colonies allemandes. Voir à ce sujet : Moritz Schanz : Der gegenwärtige Stand der Baumwollkultur in den deutschen Kolonien (*Zeitschrift für Kolonialpolitik, Kolonialrecht und Kolonialwirtschaft*, herausgegeben von der *Deutschen Kolonialgesellschaft*, août 1907, p. 665).

sauvage, qui se trouve dans les diverses parties de la colonie; le sisal, principalement celui de la plantation de Kpeme, qui était très beau et qui permettait de croire à l'avenir de cette plante fibreuse dans le pays ; puis la sansevière, la fibre d'ananas, le *Ficus rokko*, le *Pandanus*, l'*Hibiscus cannabicus*, enfin le louffa, venant surtout de Kete-Kratschi.

Dans le groupe II, celui des céréales, c'était le maïs qui tenait la principale place, car il tend à devenir le principal aliment du pays. Les régions côtières de Lome et d'Anecho présentaient les plus beaux exemplaires ; il y avait de beaux maïs de Mangou, Kete-Kratschi et Misahöhe. Le maïs prend rang, comme valeur de production, après les produits du palmier à l'huile. L'exportation se chiffre, aux deux ports de Lome et d'Anecho, par 8 à 10.000 tonnes environ. Au maïs, il faut ajouter comme céréales le sorgho, le riz, dont on a pu voir de très beaux spécimens, le mil.

Le troisième groupe, oignons, bulbes et tubercules, présentait des ignames, des taros, du manioc, des patates.

Le groupe suivant, qui comprenait le palmier à huile, pouvait être regardé comme le plus important. Le Dr Soskin insiste sur l'intérêt qu'il y aurait pour la colonie à développer cette culture, qu'on a eu tort de négliger. On pouvait voir exposés, à côté des produits du palmier, huile et noix, les machines servant à les préparer.

Parmi les oléagineux, il faut citer encore l'arachide, qui s'adapte bien aux sols sablonneux du Togo; la noix de coco, qu'on a commencé à cultiver depuis une quinzaine d'années à Kpeme ; puis le karité, le *Moringa oleifera*, le ricin, le sésame, etc.

Les denrées usuelles, café et cacao, formaient, avec le tabac et les plantes médicinales, une section spéciale; dans une autre étaient les légumes et produits de jardinage.

Le caoutchouc de culture constituait une section. Il y a au Togo deux plantations européennes, celles de Kpeme et de Kete-Kratschi. Le caoutchouc de *Ficus* et de *Castilloa* venait d'Atakpamé; de Misahöhe on avait aussi envoyé du caoutchouc d'*Hevea*.

La section des fruits contenait des espèces nombreuses et variées, sur lesquelles nous n'insistons pas. Dans le groupe du bétail et des produits animaux, il faut citer les beaux attelages de bœufs de l'Ecole agricole de Nouatché. Dans le groupe X, le *Kolonial Wirtschaftliche Komitee* avait exposé les machines et ustensiles agricoles, ainsi que les appareils de transport qu'il a introduits dans la colonie.

Enfin, dans un dernier groupe, venaient un certain nombre de produits divers de la colonie : bois utiles, bambous, résines, rotang, matières tannantes et colorantes, plantes décoratives.

Le succès de l'Exposition de Palime a fait décider qu'une exposition à la fois agricole et industrielle aura lieu à Lome, en 1910. **Gustave Regelsperger.**

§ 7. — Sciences diverses

La prévision des crises économiques. — L'introduction de la notion de rythme ou de cycle dans l'étude des phénomènes économiques n'est pas moins féconde que dans celle des phénomènes physiques. La loi empirique de Bruckner a son pendant dans les observations intéressantes de M. Juglar, continuées par M. Jacques Siegfried et récemment publiées. Sans doute, aussi longtemps que la production des richesses reste exclusivement ou principalement agricole et rurale, il ne saurait être question d'une périodicité régulière des crises. Rien de plus irrégulier que la succession alternante des bonnes et des mauvaises récoltes. Mais l'avènement de la grande industrie a rendu les variations de la richesse publique et du crédit en grande partie indépendantes des péripéties de l'agriculture, et les a subordonnées aux fluctuations des capitaux sur le marché des valeurs, aux mouvements des produits sur les marchés de la consommation.

L'examen de la prospérité de tous les pays de civilisation européenne révèle, depuis plus d'un demi-siècle au moins, une périodicité assez régulière et de plus en plus marquée. Chaque période consiste en une phase d'espoir grandissant, de hauts prix, d'entreprises aventureuses, à laquelle succède, à travers une courte crise, une phase inverse de découragement, de bas prix, de stagnation des affaires. Puis un nouveau cycle recommence. Dans cette petite évolution économique complète, G. Tarde distinguait les trois moments successifs de la *répétition* (toute prospérité est une reproduction multipliante de richesses), de l'*opposition* (dont la crise est une des formes) et de l'*adaptation* (la liquidation n'est que le moyen de s'adapter peu à peu aux nouvelles conditions du marché).

Nous venons de voir rapidement comment la crise se prépare; elle éclate lorsque les prix sont très élevés, tandis que la reprise des affaires se manifeste lorsqu'ils sont tombés très bas. L'observation peut ainsi se pratiquer en consultant les cours d'une grande quantité de produits, en en calculant, par exemple, la moyenne annuelle, en en notant les maxima et les minima, de façon à obtenir ce que les statisticiens appellent des *index numbers*, qui sont « en proportion directe et constante de la période de prospérité ou de dépression à laquelle ils correspondent ». Les cours des valeurs de Bourse donneraient lieu à des constatations analogues à celles qu'indiquent les cours des marchandises, avec cette différence que les mouvements seraient beaucoup plus accentués par le fait de l'intervention d'un facteur humain très influent : la spéculation.

L'observation peut encore se faire d'une seconde manière. La hausse des prix n'est que la résultante d'un phénomène dont la cause doit être cherchée dans le développement des transactions. Celles-ci se traduisent, à leur tour, en effets de commerce qui vont accroître le portefeuille des banques, en même temps que ces établissements les échangeront contre du numéraire et des billets. La crise arrivera ainsi au moment où l'écart entre le portefeuille commercial et l'encaisse sera le plus considérable, et la reprise coïncidera avec le portefeuille le plus réduit et l'encaisse la plus forte. Ces deux variations, comme les variations de prix, peuvent se représenter par les méthodes graphiques. C'est ainsi que les diagrammes, établis par M. J. Siegfried, d'après les bilans de la Banque de France, montrent que, depuis soixante ans, il s'est régulièrement écoulé neuf années entre chaque crise, de même qu'entre chaque reprise d'affaires.

Les plus récentes crises se sont produites en 1882, 1891, 1900; nous devrions donc attendre la prochaine pour 1909. Dès lors, cette question se pose : Pourquoi les industriels et commerçants n'empêcheraient-ils pas l'arrivée de ce terme fatal en tempérant l'excès de leur confiance, en modérant l'ampleur de leurs transactions? Dans tous les cas, nous pouvons dire, avec G. Tarde, que les crises ne sauraient être longtemps périodiques sans être généralement prévues, ni être prévues sans être prévenues, c'est-à-dire sans cesser d'être périodiques. Ainsi se vérifie, jusque dans le monde économique, le principe psychologique, mis en lumière par Guyau, que, en prenant conscience d'une habitude ou d'un instinct, en le formulant, nous échappons à sa loi.

Pierre Clerget,
Professeur à l'École supérieure de Commerce de Lyon.

UN TRAITÉ DE GÉOMÉTRIE INÉDIT D'ARCHIMÈDE

(RESTITUTION D'APRÈS UN MANUSCRIT RÉCEMMENT DÉCOUVERT)

INTRODUCTION

Les nouveaux textes d'Archimède identifiés par M. Heiberg présentent, au point de vue historique, un intérêt considérable. S'ils ne transforment pas notre conception de l'œuvre d'Archimède, ils la complètent, ils la précisent; ils montrent qu'Archimède s'était avancé dans les voies de la science moderne plus loin encore qu'on ne le supposait; ils accroissent, s'il est possible, notre admiration pour son merveilleux génie.

Le savant mathématicien danois, M. Zeuthen, dont l'*Histoire des Mathématiques* a une réputation universelle, vient de publier une traduction allemande de ces pages miraculeusement ressuscitées, en les accompagnant d'un commentaire pénétrant et minutieux. M. Théodore Reinach, dont l'érudition et la curiosité ne connaissent pas de limites, poursuivait, de son côté, une traduction française du même texte grec, qu'il a réussi à faire aussi précise que possible, en même temps que facile à lire par l'emploi de la terminologie moderne. Dans cette traduction, les lacunes des démonstrations résultant des lacunes du manuscrit sont soigneusement rétablies. Les savants ne peuvent que se réjouir du double effort de M. Zeuthen et de M. Reinach, qui leur ouvre tout grands les secrets du nouveau manuscrit. Je voudrais indiquer ici aussi brièvement que possible les conséquences qui me semblent résulter de sa lecture.

On sait qu'Archimède est regardé à juste titre comme le père de la méthode d'*exhaustion*, méthode dont on peut dire qu'elle est le calcul intégral à l'état naissant. Le principe de la méthode est le suivant : pour mesurer une grandeur nouvelle (une aire curviligne, par exemple), on montre qu'elle est comprise entre deux grandeurs analogues qu'on sait mesurer (deux aires rectilignes, par exemple), dont la différence peut être rendue aussi petite qu'on veut; la limite commune de ces deux grandeurs est la mesure cherchée. C'est par cette méthode qu'Archimède a calculé l'aire de la parabole, c'est-à-dire, d'une façon précise, l'aire comprise entre une parabole, son axe et deux perpendiculaires quelconques à cet axe; il obtint cette aire comme la limite d'une somme de surfaces rectangulaires de plus en plus nombreuses et de plus en plus minces. La sommation qu'il a dû accomplir serait représentée aujourd'hui par le symbole :

$$\int_a^b x^2\,dx.$$

Archimède a donc effectué — et avec une rigueur parfaite — la première *intégration*.

Il est vrai que le principe de la méthode d'exhaustion se trouvait déjà, au moins partiellement, dans Eudoxe, prédécesseur d'Euclide et d'Archimède, à qui est due la mesure du volume de la pyramide. On sait que le calcul élémentaire de ce volume repose sur le lemme qui exprime l'égalité des volumes de deux pyramides qui ont la même hauteur et des bases équivalentes. Or, pour démontrer ce lemme, Eudoxe comprend le volume d'une pyramide entre les volumes de deux sommes de prismes, volumes dont la différence tend vers zéro. Si Eudoxe avait déduit de là directement le volume de la pyramide en sommant les volumes de prismes de plus en plus nombreux et de plus en plus minces inscrits dans la pyramide, c'est lui qui eût fait la première intégration, et précisément la même intégration :

$$\int_a^b x^2\,dx$$

dont dépend l'aire de la parabole. Mais il s'est borné à employer sa méthode à la comparaison de deux volumes encore inconnus, sans en tirer la valeur commune de ces volumes.

C'est donc Archimède qui, le premier dans l'histoire de la science, a effectué une intégration. Sa méthode, il l'a exposée sous une forme irréprochable, non pas seulement à propos de l'aire de la parabole, mais dans son Traité sur les Paraboloïdes et les Ellipsoïdes : c'est dans ce dernier Traité qu'il lui a donné sa forme la plus générale, et il l'a appliquée à des intégrations qui seraient représentées aujourd'hui par les symboles :

$$\int_a^b x\,dx, \quad \int_a^b x^2\,dx.$$

Dans son Traité sur les Centres de gravité des figures planes, il a même effectué l'intégration :

$$\int_a^b x^3\,dx,$$

mais à l'aide de procédés tout spéciaux. Le nouveau

Traité n'apporte pas d'intégrations nouvelles, mais il expose des procédés entièrement différents et très intuitifs pour résoudre des problèmes variés et apercevoir des théorèmes où interviennent les trois intégrations précédentes. La méthode d'exhaustion est au fond de ces procédés, mais ce qui en fait la fécondité, ce qui permet (à l'aide de trois quadratures distinctes seulement) de traiter une multitude de questions, c'est une notion toute moderne et qui apparaît là pour la première fois dans l'œuvre d'Archimède : la notion de moment d'une force par rapport à une droite ou à un plan.

Cette notion qu'Archimède emploie constamment sans lui donner de nom, c'est l'équilibre du levier qui la lui a suggérée, et c'est sous sa forme mécanique qu'il l'introduit dans tous ses raisonnements. Traduite en langage moderne, sa méthode consiste à comparer deux volumes qu'on regarde comme des solides homogènes, et à montrer que les poids de leurs éléments ont même moment résultant par rapport à une certaine droite. Comme un des volumes a été choisi de façon que ce moment résultant fût connu pour lui, il est connu également pour l'autre : d'où une propriété géométrique de ce dernier volume.

Parmi les théorèmes qu'Archimède met ainsi en évidence, il en est auxquels il attache une importance particulière, et cela pour des raisons dont un Hermite eût admiré la finesse. Les propositions qu'il a publiées jusque-là sur les volumes *ronds* n'expriment jamais que l'égalité de deux tels volumes. Par exemple, le volume d'une *sphère* est égal au volume d'un *cylindre* ayant pour base un grand cercle de la sphère et pour hauteur les 3/4 du rayon ; mais on ne sait pas, avec la règle et le compas, construire un *cube* de même volume qu'une sphère de rayon donné, et il est démontré aujourd'hui que la chose est impossible. Or, dans sa lettre à Eratosthène, Archimède forme deux exemples de volumes *ronds* équivalents à un *cube* ou à un prisme, qui se construisent très aisément d'après les dimensions du volume rond. L'intérêt qu'Archimède attache à de telles propositions témoigne d'un sens vraiment prophétique des problèmes de l'Algèbre moderne.

Un fait bien remarquable, c'est qu'Archimède considère sa nouvelle méthode comme une méthode d'invention, mais non comme une démonstration[1]. Il serait intéressant de comprendre exactement pourquoi.

Comme dans toutes les applications du procédé d'exhaustion, Archimède décompose les volumes étudiés en tranches de plus en plus nombreuses et de plus en plus minces. Mais il ne prend pas la peine de donner au procédé sa forme irréprochable : en fait, il découpe le volume, à l'aide de plans parallèles *équidistants* et de plus en plus rapprochés : mais il assimile immédiatement les tranches très minces ainsi obtenues à des aires planes ; il parle comme le ferait un partisan des *indivisibles*. Est-ce donc qu'il est encore incapable de traduire rigoureusement son procédé d'exhaustion? Non pas, car les nouveaux textes sont sûrement postérieurs à sa *quadrature de la parabole*, où la méthode d'exhaustion est exposée d'une façon magistrale. S'il emploie un langage incorrect et abrégé, c'est d'abord pour rendre plus intuitif son procédé d'invention et ne pas l'embarrasser de détails de rigueur; c'est ensuite qu'il juge cette rigueur inutile, parce qu'elle ne suffirait pas à rendre impeccable une méthode où des considérations mécaniques se mêlent à la Géométrie.

Ce souci de dégager ses démonstrations de toute considération mécanique apparaît déjà dans son Traité sur la quadrature de la parabole, où il ne se satisfait que d'une démonstration strictement mathématique. Serait-ce purisme de géomètre? La chose est peu vraisemblable d'un esprit aussi philosophique. Serait-ce un sacrifice aux préjugés contemporains? Dans ce cas, il déclarerait que sa méthode est rigoureuse, mais qu'il donnera d'autres démonstrations pour éviter toute controverse. L'explication qui me paraît la plus plausible est celle que suggère M. Zeuthen : les propriétés des centres de gravité sur lesquelles il s'appuie, Archimède n'en connaissait encore que des démonstrations imparfaites, et c'est plus tard seulement qu'il a publié celles qui figurent dans son Traité bien connu.

Quoi qu'il en soit, un fait incontestable, c'est qu'à l'époque où il écrivait à Eratosthène, Archimède possédait dans toute sa perfection la méthode d'exhaustion. La négligence avec laquelle il l'expose ici ne saurait donc être invoquée comme la preuve qu'il était bien loin d'entrevoir les principes du vrai calcul intégral; au contraire, elle fait ressortir la sûreté avec laquelle il maniait déjà ces principes comme instruments d'invention, en les associant à des concepts géométro-mécaniques modernes, et sans être obligé de se garder, par tout un appareil de rigueur, contre les erreurs possibles. Les pages qui suivent ne peuvent que fortifier le sentiment de quiconque a lu les œuvres classiques d'Archimède : c'est un accident historique qui a interposé 18 siècles entre Archimède et Galilée.

Paul Painlevé,
de l'Académie des Sciences,
Professeur à la Sorbonne et à l'École Polytechnique

[1] Il admet seulement qu'elle peut contribuer à faciliter une démonstration rigoureuse, parce qu'il est plus facile de démontrer un théorème déjà énoncé que d'en faire à la fois la découverte et la démonstration.

NOTICE PRÉLIMINAIRE

Le Traité nouveau d'Archimède dont je publie ci-après la traduction a été rendu à la lumière dans des circonstances assez remarquables.

Un paléographe grec, Papadopoulos Kerameus, auteur d'un volumineux et savant catalogue des manuscrits du Patriarcat grec de Jérusalem, y signalait, en 1899, sous le n° 355 (t. IV, p. 329), un manuscrit sur parchemin, palimpseste, provenant du monastère de Saint-Savas (Palestine). L'écriture la plus récente, du XIIIe siècle, est celle d'un recueil de prières byzantin sans intérêt; l'écriture plus ancienne, disposée transversalement, apparaissait par endroits très distincte, ayant été non grattée par le nouveau scribe, mais simplement épongée; elle accuse une main du Xe siècle. M. Papadopoulos Kerameus reconnut qu'il s'agissait d'un ouvrage mathématique, accompagné de figures, et il en reproduisit quelques phrases à titre d'échantillon. Ces citations tombèrent sous les yeux d'un professeur allemand, H. Schœne, qui, à son tour, les fit voir à M. Heiberg, professeur à l'Université de Copenhague, éditeur d'Archimède et d'Apollonius et le savant d'Europe le plus compétent en ces matières. M. Heiberg identifia aussitôt les extraits cités par Papadopoulos avec autant de passages connus d'Archimède. Sa curiosité éveillée, il demanda communication du palimpseste, qui, entre temps, avait été transporté à Constantinople dans un prieuré du Phanar (le *métochion* du cloître du Saint-Sépulcre de Jérusalem) dépendant du Patriarcat œcuménique. Cette communication lui fut refusée. Le savant danois ne se découragea pas. Comme la montagne n'allait pas à Mahomet, Mahomet alla à la montagne.

Pendant l'été de 1906, M. Heiberg fit le voyage de Constantinople et put étudier à loisir le précieux document. Il y reconnut avec joie les restes d'un manuscrit d'Archimède, plus complet qu'aucun de ceux qu'on possédait jusqu'à présent. Quoique fort mutilé, ce manuscrit renferme encore, en effet : 1° des parties considérables de plusieurs Traités déjà connus du grand géomètre (*De la sphère et du cylindre*, *Des hélices*, *Mesure du cercle*, *Les équilibres*); 2° la plus grande partie du texte grec (inédit) du *Traité des Corps flottants*, dont on n'avait qu'une traduction latine refaite sur l'arabe, datant du Moyen-Age; 3° les premiers chapitres d'un Traité complètement inédit, le *Stomachion*, c'est-à-dire « le Taquin », sorte de jeu de patience géométrique; 4° le texte, également inédit et aux trois quarts complet, du *Traité de la méthode* (Ἐφοδικόν ou Ἔφοδος, connu seulement par une Notice de Suidas[1] et trois brèves citations dans les *Métriques* d'Héron, ouvrage qui, lui-même, n'a été publié qu'en 1903, précisément par H. Schœne.

M. Heiberg se propose d'utiliser complètement tous ces matériaux pour la nouvelle édition de son *Archimède*, qu'il a en préparation. En attendant, et pour satisfaire l'impatience des savants, il a publié dans l'*Hermes*, en partie d'après ses copies, en partie d'après des photographies, le texte grec de l'Ἔφοδος ou *Traité de la méthode*. Tous ceux qui, comme moi, ont eu le privilège de jeter les yeux sur ces photographies, apprécieront le mérite peu commun de la publication du savant danois. Non seulement il a fallu déchiffrer à la loupe, lettre par lettre, un texte souvent peu lisible, reconstituer des figures à demi-effacées, mais M. Heiberg a dû, tout d'abord, rétablir l'ordre profondément troublé des feuillets, qui, lors de la seconde utilisation du parchemin, ont été pliés en deux — pour les ramener de l'in-folio au format in-4° — et disposés dans une succession arbitraire. Ajoutons que M. Heiberg, dans des notes concises, a rectifié un grand nombre de bourdes manifestes du copiste et indiqué sommairement dans quel ordre d'idées on pouvait combler les lacunes fréquentes et considérables du texte. Enfin, dans une Introduction érudite, il a fait ressortir le haut intérêt historique et scientifique du nouveau Traité et marqué sa place chronologique dans l'œuvre et dans la pensée d'Archimède[2].

Il m'a semblé qu'une découverte de cette importance ne devait pas rester l'apanage exclusif des savants qui joignent la connaissance du grec à celle des Mathématiques. Après avoir, dans une communication à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, essayé à mon tour de dégager les enseignements qui découlent du nouveau Traité pour l'histoire de la Géométrie antique, j'en ai entrepris une traduction intégrale, que je place aujourd'hui sous les yeux du public français, grâce au libéral accueil du directeur de cette *Revue*. Cette traduction était presque terminée lorsqu'un géomètre danois bien connu, H. G. Zeuthen, — l'historien des sections coniques dans l'Antiquité, — a fait paraître, dans la

[1] Elle nous apprend que ce Traité avait été commenté par un certain Théodose.

[2] Le Traité de la méthode est sûrement postérieur à la *Quadrature de la parabole*. Je suis porté à croire qu'il est également postérieur aux traités *Des Conoïdes* et *Sphère et Cylindre*.

Bibliotheca Mathematica de Teubner (27 juin 1907), une traduction allemande du même document, suivie d'un commentaire très intéressant. Quoique cette publicatiion soit plus accessible aux mathématiciens que l'édition grecque originale, je n'ai pas cru devoir pour cela renoncer à mon entreprise. D'abord parce que tous les savants français qui s'intéressent à l'histoire des Mathématiques ne savent pas l'allemand; ensuite parce que M. Zeuthen s'est contenté de traduire littéralement *ce qui subsiste* du texte original, tandis que je me suis efforcé d'en combler, au moins pour le sens, toutes les lacunes, grandes ou petites. J'ai profité, à cet effet, des publications mêmes de MM. Heiberg et Zeuthen, et des conseils de quelques amis mathématiciens, parmi lesquels je me plais à citer tout particulièrement M. Roger Prévost, capitaine d'artillerie.

Je laisse à de plus compétents le soin d'apprécier quel accroissement la découverte de M. Heiberg apporte à notre connaissance de l'histoire de la Géométrie antique et du génie d'Archimède. Je leur laisse aussi la tâche particulièrement délicate de caractériser la valeur de cette « méthode » dont Archimède est si fier, et qu'il n'a pas cru devoir garder pour lui. Il me suffira de faire remarquer, après MM. Zeuthen et Painlevé, que cette méthode consiste essentiellement : 1° à déterminer ce que nous appelons aujourd'hui le « moment » statique d'un corps (par rapport à un plan fixe ou une droite fixe) par la subdivision de ce corps au moyen d'un nombre infini de plans parallèles ; 2° à tirer ensuite de l'équation d'équilibre la connaissance du volume (ou de la surface) ou la détermination du centre de gravité[1]. Sans doute, ni le nom ni la notion même du « moment » ne se rencontrent sous la plume d'Archimède; mais il est facile de voir que le corps dont il s'agit de déterminer le volume est toujours le quotient du moment du corps auxiliaire par une constante. Remarquons encore que des plans parallèles divisent un corps en un nombre infini de volumes élémentaires de hauteur infiniment petite. Ces volumes élémentaires, Archimède les assimile crûment à des plans (comme ailleurs il assimile des surfaces élémentaires à des droites), et, d'une relation d'équilibre entre deux sections planes homologues de figures de même hauteur, placées d'une façon convenable, il conclut à l'équilibre des volumes de ces figures elles-mêmes, considérées comme la somme de ces sections.

Archimède a conscience du peu de rigueur de ce procédé, et c'est pourquoi, dès qu'il a *découvert* une relation par cette méthode, il s'attache à la *démontrer* par une méthode d'exhaustion rigoureuse, où les volumes élémentaires sont traités comme tels et le corps considéré comme la limite commune d'une série de solides élémentaires inscrits et circonscrits, dont la différence peut être réduite autant qu'on veut. Mais en réalité, comme le dit M. Heiberg, « la méthode d'Archimède est identique avec le calcul intégral » ou, plus exactement, constitue une *méthode d'intégration*. Cette proposition a été contestée, parce qu'on s'est attaché à la forme du raisonnement plutôt qu'au fond; mais nous croyons que, plus on approfondira la question, plus on se convaincra que cette assimilation est exacte et qu'Archimède a été, sans le savoir et sans que ceux-ci s'en doutassent, le véritable précurseur de Leibniz et de Newton. En ce qui concerne le concept du « moment mécanique », le rapport est encore moins douteux. En effet, la « méthode mécanique », considérations infinitésimales à part, est déjà employée dans la *Quadrature de la parabole*, Traité connu et étudié dès la Renaissance : sur ce point, entre la théorie d'Archimède et la Mécanique moderne, il y a donc eu non pas rencontre fortuite, mais influence directe et filiation incontestable.

Théodore Reinach.

Nota. — La traduction ci-après serre le texte du plus près possible; toutefois, je me suis permis de remplacer en général le raisonnement en langage ordinaire sur les proportions par la notation algébrique actuelle, qui parle plus vite aux yeux et à l'esprit des lecteurs mathématiciens. Les figures (sauf 1, 5, 11, 12, 16 et les dernières depuis 18) sont celles de Heiberg, c'est-à-dire d'Archimède. Les crochets [ ] signalent les parties *perdues* que j'ai restituées par conjecture; les parenthèses ( ), les mots que j'ai ajoutés çà et là pour plus de clarté.

[1] Pour mieux préciser, Archimède coupe le volume considéré en tranches par des plans parallèles, et compare une section quelconque à la section faite par le même plan dans un autre corps déterminé, de volume connu. Il cherche ensuite à déterminer sur une droite deux segments contigus proportionnels à ces deux sections : alors, il considère cette relation comme l'équation d'équilibre, par rapport à un point, des deux volumes élémentaires (corps étudié et corps de comparaison) suspendus aux extrémités de la droite. Si le bras de levier correspondant au volume étudié est constant, cette équation d'équilibre donne le volume cherché. Si, au contraire, le volume étudié est connu, et que ce soit le bras de levier correspondant aux éléments du corps de comparaison qui soit constant, l'équation d'équilibre donne la détermination du centre de gravité du corps étudié.

DES THÉORÈMES MÉCANIQUES OU DE LA MÉTHODE

TRAITÉ D'ARCHIMÈDE, DÉDIÉ A ÉRATOSTHÈNE

(PRÉAMBULE).

Archimède à Eratosthène[1], salut.

Je t'ai envoyé précédemment les énoncés de quelques-uns des théorèmes que j'avais découverts, et dont je t'invitais[2] à trouver les démonstrations, que je ne te donnais pas pour le moment. Voici quels étaient ces énoncés[3] :

1° *Si, dans un prisme droit à bases carrées*[4], *on inscrit un cylindre — ayant les bases inscrites dans celles du prisme et la surface latérale*[5] *tangente à ses faces latérales — et qu'on mène un plan par le centre d'une des bases et un côté du carré opposé, ce plan détachera du cylindre un segment, limité par le plan sécant, le plan de base et une portion de la surface cylindrique, dont le volume sera le sixième de celui du prisme entier* ;

2° *Si l'on inscrit dans un cube un premier cylindre, ayant les bases inscrites dans deux faces opposées du cube et la surface latérale tangente aux quatre autres faces; puis un second cylindre, ayant les bases inscrites dans deux autres faces opposées et la surface latérale tangente aux quatre restantes; le volume formé par l'intersection des deux surfaces cylindriques et commun aux deux cylindres vaudra les deux tiers du cube entier.*

On voit que ces théorèmes sont d'une toute autre espèce que ceux que je t'avais précédemment communiqués[6]. Dans ceux-là, en effet, je comparais, au point de vue du volume, des figures d'ellipsoïdes ou de paraboloïdes[1] de révolution et des segments de figures de ce genre à des cônes et à des cylindres; mais jamais je ne trouvai qu'une figure pareille fût équivalente à un solide délimité par des plans[2]. Au contraire, dans le cas actuel, j'ai trouvé que chacun des deux volumes considérés — compris entre deux plans et des surfaces cylindriques — est équivalent à un solide compris entre des plans.

J'ai rédigé dans le présent livre et je t'envoie les démonstrations de ces deux théorèmes. Mais te voyant, comme j'ai coutume de le dire, savant zélé, philosophe distingué et grand admirateur des [recherches mathématiques[3]], j'ai cru devoir y consigner également et te communiquer les particularités d'une certaine méthode dont, une fois maître, tu pourras prendre thème pour découvrir, par le moyen de la Mécanique, certaines vérités mathématiques[4]. Je me persuade, d'ailleurs, que cette méthode n'est pas moins utile pour la démonstration même des théorèmes. Souvent, en effet, j'ai découvert par la Mécanique des propositions que j'ai ensuite démontrées par la Géométrie — la méthode en question ne constituant pas une démonstration véritable. Car il est plus facile, une fois que par cette méthode on a acquis une certaine connaissance des questions, d'en imaginer ensuite la démonstration, que si l'on recherchait celle-ci sans aucune notion préalable. Par la même raison, les théorèmes dont Eudoxe[5] a le premier

---

[1] Eratosthène de Cyrène (environ 275-195 av. J.-C.), célèbre polygraphe — grammairien, géographe, chronologiste, mathématicien, philosophe, poète didactique — prit le premier le titre de « philologue » et fut surnommé « Bêta » (deuxième lettre de l'alphabet grec), parce qu'il était le second dans toutes les branches spéciales de la connaissance. Il fut longtemps administrateur de la Bibliothèque d'Alexandrie.

[2] φάμενος εὑρίσκειν, expression singulière. J'adopte l'interprétation de Zeuthen.

[3] Les énoncés de ces deux théorèmes sont cités en abrégé par Héron, *Métriques* (éd. Schöne), p. 136.

[4] Le texte dit « à bases rectangulaires » (παραλληλόγραμμος a presque constamment le sens de rectangle chez Archimède); mais la suite prouve qu'il s'agit bien de carrés. Au lieu de *prisme*, nous dirions *parallélipipède* (plus correctement : *parallélépipède*), mais ce terme, déjà employé par Euclide, n'est pas usité par Archimède.

[5] Archimède dit : « les côtés » (πλευραί).

[6] C'est-à-dire les théorèmes sur les volumes des conoïdes (paraboloïdes) et sphéroïdes (ellipsoïdes). Archimède avait également communiqué ces théorèmes (ou du moins ceux sur les paraboloïdes) à l'astronome alexandrin Conon; après la mort de celui-ci, il en envoya les démonstrations à Dosithéos, élève de Conon, dans le Traité (conservé) Περὶ κωνοειδέων καὶ σφαιροειδέων.

[1] Je substitue, pour plus de clarté, le mot *ellipsoïde* (de révolution) à celui de « sphéroïde » employé par Archimède, et de même *paraboloïde* (de révolution) à « conoïde ». Il faut dire toutefois que les termes d'Archimède sont plus expressifs que les nôtres : le corps formé par la rotation d'une ellipse *ressemble* à une sphère, et de là le nom *sphéroïde*; de même le corps engendré par la rotation d'une parabole *ressemble* à un cône.

[2] Ce que nous appelons un *polyèdre* (terme inconnu des anciens).

[3] Ici un mot illisible. M. Heiberg m'écrit que les restes des caractères ne permettent pas de suppléer le mot μαθήμασιν (les mathématiques). On remarquera le ton légèrement protecteur dont Archimède (né en 287) s'adresse à Eratosthène, son cadet d'une douzaine d'années.

[4] Voilà bien la définition de la méthode exposée ou plutôt *exemplifiée* dans le présent traité. La considération des infiniment petits et leur sommation ne sont qu'un des procédés de cette méthode.

[5] Eudoxe de Cnide, célèbre astronome et géomètre (408-355 av. J.-C.), élève d'Archytas et de Platon. Nous savions déjà par Archimède (I, 4; II, 296, Heiberg) qu'Eudoxe avait le premier scientifiquement établi les théorèmes en question, en se fondant sur le postulat (aussi employé par Euclide et Archimède, *Sphère et cylindre*, *init.*) que toute

découvert la démonstration, — à savoir que le cône est le tiers du cylindre, la pyramide le tiers du prisme qui ont même base et même hauteur, — il faut en rapporter une bonne part de mérite à Démocrite[1], qui le premier a énoncé, sans démonstration, les propositions relatives à ces figures.

En ce qui concerne aussi ces théorèmes[2], que je publie aujourd'hui, j'en ai fait la découverte d'abord [par la méthode mécanique. Aussi crois-je] devoir nécessairement t'exposer cette méthode, et cela pour deux raisons : d'abord, puisque j'y ai fait allusion ailleurs[3], je ne voudrais pas être accusé par quelques-uns d'avoir parlé en l'air; ensuite, je suis convaincu que cette publication ne servira pas médiocrement notre science. Car, assurément, des savants actuels ou futurs, par le moyen de cette méthode que je vais exposer, seront mis à même de découvrir d'autres théorèmes que je n'ai pas encore rencontrés sur mon chemin.

Je t'exposerai donc, en premier lieu, la première proposition que j'ai découverte par la Mécanique : « Tout segment de parabole[4] vaut une fois et un tiers le triangle ayant même base et même hauteur », ensuite toutes les autres propositions découvertes par la même méthode. A la fin du livre j'inscrirai les [démonstrations] géométriques...[5].

(Lemmes[6]).

I. Si l'on [retranche une grandeur *a* d'une autre grandeur A n'ayant pas le même centre de gravité, le centre de gravité de la grandeur restante *b* sera situé sur la droite qui joint les deux autres centres, prolongée dans le sens du centre de A; et l'on obtiendra la distance du centre de *b* au centre de A] en prenant une longueur qui soit par rapport à la distance des centres de A et de *a*, comme le poids de *a* est au poids de *b*[1].

II. Si les centres de gravité d'un nombre quelconque de grandeurs sont situés sur une même droite, le centre de gravité du système total sera également situé sur cette droite[2].

III. Toute droite a pour centre de gravité le point qui la divise en deux parties égales[3].

IV. Tout triangle a pour centre de gravité le point de rencontre de ses médianes[4].

V. Tout parallélogramme a pour centre de gravité le point de rencontre de ses diagonales[5].

VI. Le cercle a pour centre de gravité son centre de figure.

VII. Tout cylindre a pour centre de gravité le point milieu de son axe.

VIII. Tout cône a pour centre de gravité [un point situé sur la droite menée du sommet au centre de la base et qui la divise en deux segments dont celui qui part du sommet est] triple [de l'autre][6].

---

grandeur donnée peut être multipliée un nombre suffisant de fois pour dépasser une autre grandeur donnée.

[1] Démocrite d'Abdère (460-370?), le célèbre philosophe, qui se vantait de son habileté dans les constructions géométriques. Nous savions par un texte de Plutarque (*Contre les stoïciens*, 39) que Démocrite s'était occupé des sections d'un cône parallèles à sa base, mais nous ignorions absolument — et Archimède, dans son Traité *Sphère et cylindre*, probablement antérieur à notre livre, paraît avoir ignoré lui-même — qu'il eût énoncé les deux théorèmes d'Eudoxe.

[2] Le texte dit : « ce théorème », peut-être, comme me le fait observer M. R. Prévost, parce que le second théorème n'est, au fond, qu'un corollaire du premier.

[3] Notamment dans le traité *Quadrature de la parabole*, dédié à Dosithée, où il est dit (II, 294, Heiberg) : « Je t'envoie un théorème inédit de Géométrie, que j'ai découvert d'abord par la Mécanique, ensuite démontré géométriquement. » La démonstration qui suit est mi-partie mécanique (nos 6-16), mi-partie géométrique.

[4] Archimède dit toujours, au lieu de « parabole » (terme introduit un peu plus tard par Apollonius de Perge), « une section de cône rectangulaire », c'est-à-dire la section produite, par un plan perpendiculaire à une génératrice, dans un cône dont l'angle au sommet vaut un droit.

[5] La phrase étant incomplète, on ne sait pas si Archimède s'engageait à donner à la fin du livre les démonstrations géométriques de *toutes* les propositions (telle est l'interprétation de Zeuthen) ou seulement des deux principales. Il semble probable qu'il faut y ajouter en tout cas celle du théorème Ier (voir la fin de ce théorème).

[6] Les propositions qui suivent, données sans autre explication, sont presque toutes des théorèmes de Mécanique élémentaire; plusieurs sont démontrées dans le Traité d'Archimède qui nous est parvenu sous le titre « Equilibres des plans ou centres de gravité des plans, livre I » (Ἐπιπέδων ἰσορροπίαι ἢ κέντρα βαρῶν ἐπιπέδων, α'), dans l'édition de Heiberg, II, 142 suiv. Nous le citerons ainsi : « Centres de gravité, I ». Cet ouvrage (mais non le livre II du même Traité) est sûrement antérieur au présent Traité. Il est possible qu'il faille l'identifier avec l'ouvrage cité ailleurs (*Quadr. parab.* 6) sous le titre de Μηχανικά ou sous celui de Στοιχεῖα τῶν μηχανικῶν (ainsi cité dans le texte nouvellement découvert des *Corps flottants*).

[1] Ce théorème (*Centres de gravité*, I, 8 = II, 161 Heib.) est une conséquence nécessaire du principe fondamental (*ibid.*, I, 6-7) que, lorsque deux grandeurs se composent en une grandeur totale, les trois centres de gravité sont sur une même droite, que le centre de la grandeur composée divise en segments inversement proportionnels aux poids des composantes. Dès lors (fig. 1), si de la grandeur AB (centre Γ) on retranche la grandeur AΔ (centre E), le centre Z de la grandeur restante ΔB est placé de telle sorte qu'on ait :

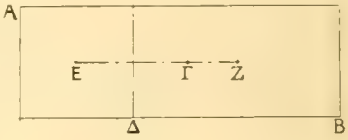


Fig. 1.

$$\frac{Z\Gamma}{\Gamma E} = \frac{\text{poids } A\Delta}{\text{poids } \Delta B}.$$

[2] Cf. *Centres de gravité*, I, 5 et corollaires (II, 149 et suiv. Heiberg).

[3] *Centres de gravité*, I, 4 (II, 146).

[4] Mot à mot : « le point où se rencontrent les droites menées des sommets du triangle au milieu des côtés opposés. » *Centres de gravité*, I, 14 (II, 183). La démonstration (I, 13) repose sur la décomposition du triangle en une somme de rectangles.

[5] *Centres de gravité*, I, 10 (II, 164).

[6] Nous ne possédons pas de démonstration par Archimède de cette proposition. Il est probable qu'elle s'établissait :

[Les propositions] ci-dessus [ont été précédemment] démontrées; [on y joindra la suivante dont la démonstration est facile] :

IX. [Etant données deux séries de grandeurs $AA_1A_2A_3\ldots$, $BB_1B_2B_3\ldots$ en même nombre et telles que le rapport de deux grandeurs de même rang soit constant $\frac{A}{B}=\frac{A_1}{B_1}=\frac{A_2}{B_2}\cdots$], si tout ou partie des grandeurs A sont dans des rapports quelconques avec des grandeurs $CC_1C_2\ldots$ et si les grandeurs B de rang correspondant sont respectivement dans les mêmes rapports avec d'autres grandeurs $DD_1D_2\ldots$, la somme des grandeurs A sera à la somme des grandeurs C considérées, comme la somme des grandeurs B à celle des grandeurs D correspondantes[1] :

$$\left[\frac{\Sigma A}{\Sigma C}=\frac{\Sigma B}{\Sigma D}\right].$$

(Théorème Ier)[2].

Etant donné[3] *un segment de parabole* ΑΒΓ (fig. 2), *si par le milieu* Δ *de la corde on mène*[4] *le diamètre* ΔΕ *qui coupe l'arc en* Β *et qu'on joigne* ΒΑ, ΒΓ, *la surface du segment* ΑΒΓ *vaut les* 4/3 *du triangle* ΑΒΓ.

Menons ΑΖ parallèle au diamètre, et la tangente ΓΖ à la courbe. Prolongeons ΓΒ jusqu'à sa rencontre Κ avec ΑΖ, et, au delà, d'une longueur

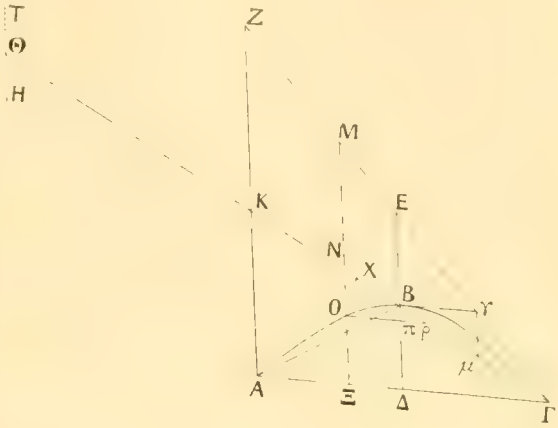


Fig. 2.

ΚΘ = ΚΓ. Imaginons que ΓΘ soit un levier[1] ayant pour point fixe son milieu Κ. Soit enfin ΜΞ une parallèle quelconque à ΔΕ.

Puisque ΓΖ est une tangente à la parabole et ΓΑ une corde conjuguée[2] (du diamètre ΒΔ), on a ΕΒ = ΒΔ, car ceci est démontré dans les *Eléments*[3]. On a, dès lors, — à cause des parallèles ΖΑ, ΜΞ, ΕΔ : ΜΝ = ΝΞ, ΖΚ = ΚΑ.

D'autre part, on a :

$$\frac{\Gamma A}{\Lambda\Xi}=\frac{M\Xi}{\Xi O},$$

car ceci a été démontré dans un lemme[4].

1° en déterminant le centre de gravité d'une pyramide triangulaire ; 2° en passant de là à une pyramide polygonale ; 3° en considérant le cône comme la limite vers laquelle tend une pyramide inscrite quand on augmente indéfiniment le nombre des côtés.

[1] Ce lemme est la proposition initiale du Traité dit *Des conoïdes et sphéroïdes* (I, 290, Heib.).

Puisque $\frac{C}{A}=\frac{D}{B}$, ou $\frac{C}{D}=\frac{A}{B}=m$, et de même $\frac{C_1}{D_1}=\frac{A_1}{B_1}=m$, etc., on a évidemment : $\frac{\Sigma C}{\Sigma D}=\frac{\Sigma A}{\Sigma B}$, d'où $\frac{\Sigma A}{\Sigma C}=\frac{\Sigma B}{\Sigma D}$.

Notre lemme peut être appliqué (et l'était sans doute dans le texte intégral des derniers théorèmes) pour passer de la constatation de l'équilibre des sections $AA_1A_2\ldots$ $CC_1C_2\ldots$, déterminées par des plans équidistants dans un volume V et dans un volume auxiliaire W, à l'équilibre de ces volumes eux-mêmes. Considérons, en effet, les sections A comme les bases de prismes élémentaires $BB_1B_2\ldots$ dont la somme enveloppe le volume V ; et de même les sections C comme les bases de prismes élémentaires $DD_1D_2\ldots$ dont la somme enveloppe le volume W. Si m est l'équidistance (c'est-à-dire la hauteur des prismes), on a évidemment :

$$\frac{B}{D}=\frac{mA}{mC}=\frac{A}{C},\ \frac{B_1}{D_1}=\frac{A_1}{C_1},\ \text{etc. ; donc :}\ \frac{\Sigma B}{\Sigma D}=\frac{\Sigma A}{\Sigma C}.$$

Reste à passer des corps enveloppants (ΣB, ΣD) aux volumes V, W eux-mêmes : c'est ce que fait Archimède en s'appuyant sur le postulat d'Eudoxe cité plus haut, p. 915, note 5. [Le contenu de la note qu'on vient de lire m'a été suggéré par M. R. Prévost.]

[2] L'énoncé de ce théorème est cité par Héron, *Métriques* (éd. Schœne), p. 80.17 et 84.11. Sa démonstration complète fait l'objet du Traité (antérieur au nôtre) intitulé *Quadrature de la parabole* (II, 294 suiv.). Archimède y distingue (prop. 14 et 15) suivant que le diamètre est perpendiculaire ou non à la base du segment, mais la solution est la même dans les deux cas.

[3] M. à m. : « soit un segment ΑΒΓ compris entre une droite ΑΓ et (une partie d') une section de cône orthogonal ΑΒΓ... »

[4] Archimède dit : « une droite parallèle au diamètre », entendant par *diamètre* l'axe de la parabole. Ailleurs, il appelle diamètre d'un segment curviligne la droite qui divise en deux parties égales toutes les cordes parallèles à la base du segment (*Conoïdes*, 3 : I, 302, Heib.). J'ai cru plus clair d'adopter ici cette terminologie, conforme à l'usage moderne. On sait, d'ailleurs, que tous les diamètres de la parabole sont parallèles à l'axe (Rouché et Comberousse : *Géométrie élémentaire*, n° 1051).

[1] Archimède dit : un fléau (de balance).

[2] Le grec dit καὶ τεταγμένως (sous-entendu κατηγμένη). Le sens de ce terme est bien marqué par des passages comme II, 230, Heib.

[3] C'est-à-dire dans les ouvrages élémentaires sur les sections coniques comme celui d'Aristée l'Ancien, cité par Pappus (Cantor : *Vorlesungen über Geschichte der Mathematik*, I, 232) et revu par Euclide. Cet ouvrage est perdu, mais notre théorème (énoncé *Quadr. parab.* 2) est démontré par Apollonius : *Coniques*, I, 35 (p. 105, Heib.).

[4] O partage ΜΞ comme Ξ partage ΑΓ. Cette proposition s'établit facilement en s'appuyant sur la propriété de la parabole rapportée à une tangente et au diamètre conjugué : $\frac{y^2}{x}$ = constante. Prenons Γ pour origine et pour axes des coordonnés la tangente ΓΕ et la parallèle au diamètre menée par Γ.

On a $\frac{AZ}{\Gamma Z^2}=\frac{OM}{\Gamma M^2}$ ou (1) $\frac{AZ}{OM}=\frac{\Gamma Z^2}{\Gamma M^2}$; or : (2) $\frac{AZ}{\Xi M}=\frac{\Gamma Z}{\Gamma M}$;

Comme $\frac{\Gamma\Lambda}{\Lambda\Xi} = \frac{\Gamma K}{KN}$, on peut donc écrire aussi :

$$\frac{\Gamma K}{KN} \quad \frac{M\Xi}{\Xi O},$$

et, puisqu'on a pris $K\Theta = \Gamma K$:

$$2 \qquad \frac{K\Theta}{KN} = \frac{M\Xi}{\Xi O}.$$ [1]

Transportons ΞO en TH, avec Θ pour milieu c'est-à-dire pour centre de gravité [Lemme III]. De même N sera le centre de gravité de la droite $M\Xi$ restée en place. Comme K est le point fixe du levier, on voit que, à cause de l'égalité (2), les droites TH ($= \Xi O$) et $M\Xi$ se feront équilibre par rapport à ce point fixe, puisque les distances de leurs centres à ce point sont inversement proportionnelles à leurs longueurs (c'est-à-dire à leurs poids). K sera donc le centre de gravité de leurs poids composés.

Il en sera de même pour toutes les parallèles menées au diamètre à l'intérieur du triangle $Z\Lambda\Gamma$: la parallèle, restant en place, fera équilibre à sa portion comprise dans le segment, supposée transportée en Θ, et le centre de gravité du couple sera toujours le point K.

La somme des parallèles en question, c'est l'aire du triangle $\Gamma\Lambda Z$; la somme de leurs portions semblables à $O\Xi$, interceptées par le segment, c'est le segment parabolique $B\Lambda\Gamma$. Donc au total le triangle $Z\Lambda\Gamma$, restant en place, fera équilibre au segment entier transporté en Θ, et le centre de gravité de leur système sera K.

Prenons sur ΓK le point X tel que $\Gamma K = 3\ KX$: Ce point (étant au tiers de la médiane ΓK et par conséquent au point de rencontre des 3 médianes) sera le centre de gravité du triangle $\Gamma\Lambda Z$, comme cela a été démontré dans les *Equilibres*[1]. Comme le triangle fait équilibre par rapport à K au segment, transporté au centre Θ (les distances de leurs centres de gravité au point fixe sont inversement proportionnelles à leurs aires) :

$$\frac{\text{tr. } \Lambda Z\Gamma}{\text{segm. } B\Lambda\Gamma} = \frac{\Theta K}{KX} = 3.$$

D'autre part, le triangle $\Gamma\Lambda Z$ est quadruple du triangle $\Lambda B\Gamma$ à cause de $ZK = K\Lambda$, $\Lambda\Delta = \Delta\Gamma$; donc finalement :

$$\frac{\text{segm. } B\Lambda\Gamma}{\text{tr. } \Lambda B\Gamma} = \frac{4}{3}.$$ [2]

Ce qui précède ne constitue pas une démonstration (complète)[3] mais suffit à donner à la conclusion une apparence de vérité. Voilà pourquoi, voyant d'une part que le théorème n'était pas (complètement) démontré, supposant d'autre part la conclusion exacte, j'ai trouvé une démonstration géométrique que j'ai publiée précédemment[4] et que j'ajouterai plus bas en appendice[5] (?)

(Théorème II).

1° *Toute sphère est quadruple du cône qui a une*

---

divisons membre à membre (1) et (2) : il vient (3) $\frac{\Xi M}{OM} = \frac{\Gamma Z}{\Gamma M} = \frac{\Gamma\Lambda}{\Gamma\Xi}$, c'est-à-dire : O partage $M\Xi$ comme Ξ partage $\Lambda\Gamma$.

En particulier, Δ étant milieu de la corde $\Lambda\Gamma$, le sommet B du diamètre conjugué sera le milieu de ΔE (démonstration de la proposition $EB = B\Delta$, plus simple que celle d'Apollonius). [Démonstration communiquée par R. Prévost.]

Archimède, dans la *Quadrature de la parabole* (§ 4 et 5), obtient cette relation $\left(\frac{\Lambda\Gamma}{\Lambda\Xi} = \frac{M\Xi}{O\Xi}\right)$ par un calcul un peu plus long. Il écrit le rapport du carré des ordonnées aux abscisses en les rapportant à la tangente en B et au diamètre conjugué. Soit $O\pi\rho$ la parallèle à la base du segment : $\frac{B\Delta}{B\pi} = \frac{\Lambda\Delta^2}{O\pi^2} = \frac{\Delta\Gamma^2}{\Xi\Delta^2}$; en remplaçant $\frac{B\Delta}{B\pi}$ par $\frac{B\Gamma}{B\rho}$, et $\frac{\Delta\Gamma}{\Xi\Delta}$ par $\frac{B\Gamma}{BN}$, il vient : $\frac{B\Gamma}{B\rho} = \frac{B\Gamma^2}{BN^2}$, ou : $\frac{B\Gamma}{BN} = \frac{BN}{B\rho} = \frac{B\Gamma + BN}{BN + B\rho} = \frac{\Gamma N}{N\rho}$.

Remplaçons de nouveau $\frac{B\Gamma}{BN}$ par $\frac{\Delta\Gamma}{\Delta\Xi}$ et $\frac{\Gamma N}{N\rho}$ par $\frac{N\Xi}{NO}$; il vient : $\frac{\Delta\Gamma}{\Xi\Delta} = \frac{N\Xi}{NO}$ ou : $\frac{2\,\Delta\Gamma}{\Delta\Gamma - \Xi\Delta} = \frac{2\,N\Xi}{N\Xi - NO}$, c'est-à-dire $\frac{\Lambda\Gamma}{\Lambda\Xi} \quad \frac{M\Xi}{O\Xi}$.

[1] Jusqu'ici la marche de la démonstration concorde à peu près avec celle de la première démonstration (mécanique) donnée dans le Traité de la *Quadrature de la parabole*. A partir de ce point, elles divergent. Dans ce dernier Ttraité (§ 6-17), Archimède décompose le segment, par des parallèles équidistantes et un faisceau de droites tirées de Γ, en deux séries de trapèzes, l'une enveloppée, l'autre enveloppante, et il montre (en s'appuyant sur des lemmes mécaniques) : 1° que le triangle $Z\Lambda\Gamma$ est plus grand que trois fois une de ces séries et plus petit que trois fois l'autre; 2° que la différence entre ces deux séries peut être plus petite que toute valeur donnée.

[1] *Centres de gravité*, I, 14 et 15 (p. 186, 3); *suprà* lemme IV.

[2] Suivent les mots incompréhensibles : « Ceci sera clair... »

[3] Ce qui chiffonne le rigorisme d'Archimède, à mon avis, c'est : 1° l'intrusion de la Mécanique dans une question purement géométrique; 2° le procédé abréviatif qui consiste à considérer une aire curviligne comme une somme de droites « pesantes » et à conclure de l'équilibre, deux à deux, des portions de parallèles interceptées dans le segment et le triangle $Z\Lambda\Gamma$, à l'équilibre des aires du triangle et du segment. On voit que, sur ce point, je ne suis pas entièrement d'accord avec M. Painlevé.

[4] Archimède paraît n'avoir en vue ici (et ceci confirme l'opinion exprimée dans la note précédente) que la démonstration *purement* géométrique qui forme la deuxième partie de la *Quadrature* (§ 18-24). Elle repose sur le théorème que le diamètre mené du milieu de la base au sommet du segment vaut les 4/3 de la parallèle au diamètre menée du quart de la base à l'arc. On démontre alors facilement que le segment peut se décomposer en une série de triangles de plus en plus petits, ayant tous leurs sommets sur l'arc, et dont la somme a pour expression (1 étant le triangle initial, qui a même base et même sommet que le segment) :

$$1 + \frac{1}{4} + \left(\frac{1}{4}\right)^2 + \left(\frac{1}{4}\right)^3 \ldots,$$ série dont la somme est $\frac{4}{3}$.

[5] Τάξομεν, leçon douteuse de Heiberg. Rien ne prouve que la démonstration en question figurât réellement à la queue de notre traité.

base égale à un grand cercle[1] *et une hauteur égale au rayon de la sphère;*

2° *Le cylindre ayant une base égale à un grand cercle et une hauteur égale à un diamètre de la sphère équivaut aux 3/2 du volume de celle-ci.*

Soit ΑΒΓΔ (fig. 3) un grand cercle de la sphère, ΑΓ, ΒΔ deux diamètres perpendiculaires; par ΒΔ on mène un grand cercle de plan perpendiculaire à ΑΒΓΔ et on prend ce cercle pour base d'un cône ayant son sommet en Α.

Prolongeons maintenant la nappe du cône jusqu'à sa rencontre avec le plan mené par Γ parallèlement à sa base : l'intersection sera un cercle de diamètre ΕΖ, perpendiculaire à ΑΓ. Sur ce cercle, avec l'axe ΑΓ, construisons le cylindre ΕΑΠΖ. Enfin

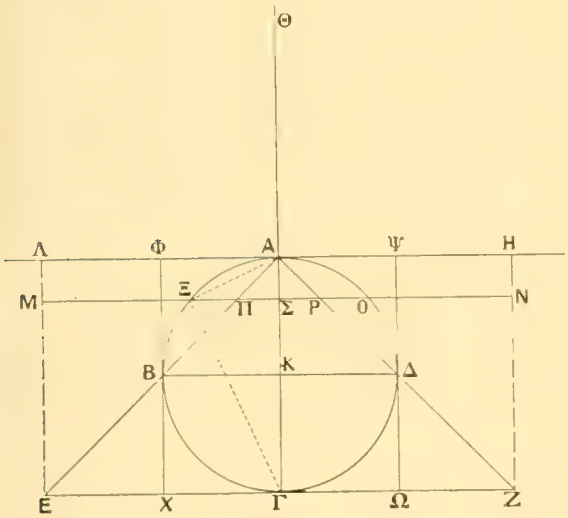


Fig. 3.

prolongeons ΑΓ d'une longueur ΑΘ = ΑΓ et considérons ΓΘ comme un levier ayant pour milieu fixe Α.

Menons une parallèle quelconque ΜΝ à ΒΔ, qui coupe le cercle ΑΒΓΔ en Ξ, Ο, le diamètre ΑΓ en Σ, les droites ΑΕ, ΑΖ en Π, Ρ. Si, par cette droite ΜΝ, on mène un plan perpendiculaire à ΑΓ, il coupera le grand cylindre suivant le cercle ΜΝ, la sphère suivant le cercle ΞΟ, le grand cône ΑΕΖ suivant le cercle ΠΡ. On a (par identité) :

$$\Gamma A \times A\Sigma = M\Sigma \times \Sigma\Pi,$$

puisque ΓΑ = ΜΣ et ΑΣ = ΣΠ. Mais (dans le triangle rectangle ΑΞΓ) on a :

$$\overline{A\Xi}^2 = \Gamma A \times A\Sigma.$$

Donc aussi :

$$M\Sigma \times \Sigma\Pi = \overline{A\Xi}^2 = \overline{\Xi\Sigma}^2 + \overline{A\Sigma}^2 = \overline{\Xi\Sigma}^2 + \overline{\Sigma\Pi}^2.$$

D'autre part, on a (toujours par identité) :

$$\frac{\Gamma A}{A\Sigma} = \frac{M\Sigma}{\Sigma\Pi}.$$

Remplaçant ΓΑ par son égal ΑΘ et multipliant les deux termes du second membre par ΜΣ, on a :

$$\frac{A\Theta}{A\Sigma} = \frac{\overline{M\Sigma}^2}{M\Sigma \times \Sigma\Pi},$$

ou, en substituant la valeur de ΜΣ × ΣΠ trouvée ci-dessus :

$$\frac{A\Theta}{A\Sigma} = \frac{M\Sigma^2}{\overline{\Xi\Sigma}^2 + \overline{\Sigma\Pi}^2} = \frac{\overline{MN}^2}{\overline{\Xi O}^2 + \overline{\Pi P}^2}.$$

(Les aires des cercles étant proportionnelles aux carrés de leurs rayons ou diamètres, cette égalité peut s'écrire :)

$$\frac{\text{cercle } MN}{\text{cercle } O\Xi + \text{cercle } \Pi P} = \frac{A\Theta}{A\Sigma}.$$

Donc, si l'on suspend au centre de gravité Θ les deux cercles ΟΞ, ΠΡ déterminés par le plan parallèle dans la sphère et le cône, ils feront équilibre, par rapport au point fixe Α, au cercle ΜΝ déterminé dans le grand cylindre et resté en place (puisque les aires pesantes sont inversement proportionnelles aux distances des centres de gravité au point fixe).

On démontrerait de même que, pour toute autre parallèle à ΕΖ menée à l'intérieur du rectangle ΑΖ, et par laquelle on mène un plan perpendiculaire à ΑΓ, le cercle déterminé dans le cylindre équilibre, par rapport au point Α, les cercles déterminés dans le cône ΑΕΖ et dans la sphère, supposés transportés au centre de gravité commun Θ.

La somme des cercles déterminés représente les volumes respectifs du cylindre, du cône ΑΕΖ et de la sphère qu'ils remplissent entièrement. Donc le cylindre, resté en place, équilibre, par rapport à Α, les deux autres solides transportés au centre de gravité commun Θ. Le cylindre a pour centre de gravité Κ (milieu de l'axe et centre de la sphère); la relation d'équilibre donne :

$$\frac{\text{cylindre } AZ}{\text{cône } AEZ + \text{sphère}} = \frac{A\Theta}{AK} = 2.$$

En d'autres termes :

$$\text{cylindre } AZ = 2\ (\text{cône } AEZ + \text{sphère}).$$

Mais le cylindre ΑΖ vaut trois fois le cône ΑΕΖ, donc :

$$3 \text{ cônes } AEZ = 2 \text{ cônes } AEZ + 2 \text{ sphères}.$$

ou :

$$\text{cône } AEZ = 2 \text{ sphères } K.$$

Comme le cône ΑΕΖ a rayon et hauteur doubles de ceux du cône ΑΒΔ, il vaut 8 fois ce dernier cône; on peut donc écrire :

$$8 \text{ cônes } AB\Delta = 2 \text{ sphères } K.$$

c'est-à-dire :

$$\text{sphère } K = 4 \text{ cônes } AB\Delta.$$

[1] Archimède dit : « Le plus grand cercle de la sphère ».

Menons maintenant dans le rectangle ΛΖ les parallèles ΦΒΧ, ΨΔΩ à ΑΓ et considérons les cylindres ΦΨΩΧ, ΦΨΔΒ. Le cylindre ΦΩ vaut 2 fois le cylindre ΦΔ, et ce dernier cylindre vaut 3 fois le cône ΑΒΔ, comme on l'a vu dans les *Eléments*[1]. Donc :

$$\text{cylindre } \Phi\Omega = 6 \text{ cônes } AB\Delta.$$

Rapprochant cette égalité de la précédente, il vient :

$$\frac{\text{cylindre } \Phi\Omega}{\text{sphère K}} = \frac{6 \text{ cônes } AB\Delta}{4 \text{ cônes } AB\Delta} = \frac{3}{2}. \text{ C. q. f. d.}$$

Remarque. [De] ce théorème, par lequel on a établi que toute sphère vaut 4 fois le cône qui a pour base un grand cercle et pour hauteur un rayon de la sphère, [m'est venue] l'idée que la surface d'une sphère vaut quatre grands cercles. C'est en effet une hypothèse vraisemblable que, de même que tout cercle équivaut à un triangle ayant pour base la circonférence et pour hauteur le rayon, ainsi toute sphère équivaut (en volume) à un cône ayant pour base la surface de la sphère et pour hauteur le rayon[2].

(Théorème III)[3].

1° Le cylindre ayant une base égale au plus grand cercle d'un ellipsoïde de révolution[4] *et une hauteur égale à l'axe de ce solide vaut les 3/2 de l'ellipsoïde.*

2° Quand on coupe un ellipsoïde par un plan passant par son centre et perpendiculaire à son axe, le demi-ellipsoïde ainsi déterminé est double du cône ayant même base et même axe.

Soit l'ellipsoïde K (fig. 4) coupé par un plan passant son axe suivant l'ellipse[5] ΑΒΓΔ, les diamètres ΑΓ, ΒΔ, le centre K; soit encore le grand cercle de diamètre ΒΔ perpendiculaire à ΑΓ.

Considérons le cône ayant pour base le cercle ΒΔ, pour sommet Α, et prolongeons la surface latérale jusqu'à son intersection, suivant le cercle ΕΖ, avec le plan mené par Γ parallèlement à la base; construisons aussi le cylindre ayant pour base le cercle ΕΖ, pour axe ΑΓ; enfin prolongeons ΑΓ d'une longueur égale ΑΘ, et considérons ΘΓ comme un levier ayant Α pour milieu fixe.

Dans le rectangle ΛΖ, menons à ΕΖ une parallèle quelconque ΜΝ, et par ΜΝ un plan perpendiculaire à l'axe ΑΓ. Ce plan coupera le cylindre suivant un

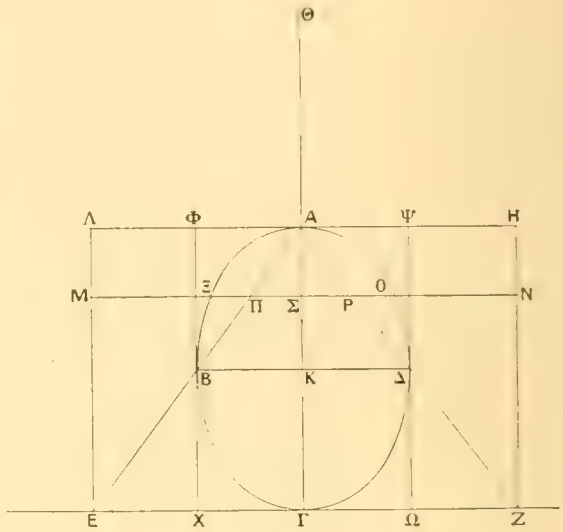


Fig. 4.

cercle de diamètre ΜΝ, l'ellipsoïde suivant un cercle de diamètre ΞΟ, le cône suivant un cercle de diamètre ΠΡ.

On a :

$$(1) \qquad \frac{A\Gamma}{A\Sigma} = \frac{AE}{A\Pi} = \frac{M\Sigma}{\Sigma\Pi},$$

donc aussi :

$$(2) \qquad \frac{A\Theta}{A\Sigma} = \frac{M\Sigma}{\Sigma\Pi} = \frac{\overline{M\Sigma}^2}{M\Sigma \times \Sigma\Pi}.$$

Je dis maintenant que $M\Sigma \times \Sigma\Pi = \overline{\Sigma\Pi}^2 + \overline{\Sigma\Xi}^2$. En effet, on a :

$$(3) \qquad \frac{A\Sigma \times \Sigma\Gamma}{\overline{\Sigma\Xi}^2} = \frac{AK \times K\Gamma}{\overline{KB}^2},$$

car l'un et l'autre rapport égale celui du grand axe au paramètre[1].

---

[1] Euclide, XII, 10.

[2] Soit S la surface, V le volume de la sphère, R le rayon, C un grand cercle, notre théorème peut s'écrire :

$$(1) \qquad V = 4 \times C.\frac{R}{3}.$$

D'après l'hypothèse, $V = S \times \frac{R}{3}$. Substituant dans (1), il vient :

$$S \times \frac{R}{3} = 4 \times C.\frac{R}{3}.$$

c'est-à-dire $S = 4C$.

Il faut ajouter que le texte est incertain et qu'on pourrait traduire inversement : « *L'idée de* ce théorème... *est nee de ce que* la surface d'une sphère vaut 4 grands cercles ». En effet, dans le Traité *De la sphère et du cylindre I*, Archimède commence par établir longuement que l'aire de la sphère vaut 4 grands cercles (§ 33 = I, p. 137, Heib.), et de là il déduit (§ 34) le théorème que le volume de la sphère vaut 4 fois le cône ΑΒΔ. Pourtant Heiberg croit et je crois avec lui que la pensée d'Archimède a bien suivi l'ordre indiqué au texte.

[3] Cf. *De conoid.*, prop. 29-30.

[4] Archimède dit : « un sphéroïde ».

[5] Archimède dit : « une section de cône acutangle ».

[1] τῷ τῆς πλαγίας πρὸς τὴν ὀρθίαν. La πλαγία (d'une ellipse) est le grand axe (ou *diamètre* par excellence). L'ὀρθία ou *paramètre* est une longueur dont la mesure est déterminée par Apollonius, *Coniques*, I, 13. Etant donnée une ellipse dans un cône (fig. 5), il mène, par le sommet, A du cône une parallèle au grand axe EΔ de l'ellipse jusqu'à sa rencontre K

Dès lors (puisque AK = KΓ) :

$$\frac{A\Sigma \times \Sigma\Gamma}{\overline{\Sigma\Xi}^2} = \frac{\overline{AK}^2}{\overline{KB}^2} = \frac{\overline{A\Sigma}^2}{\overline{\Sigma\Pi}^2};$$

intervertissant :

$$\frac{\overline{A\Sigma}^2}{A\Sigma.\Sigma\Gamma} = \frac{\overline{\Sigma\Pi}^2}{\overline{\Sigma\Xi}^2}.$$

Mais (à cause de $\frac{A\Sigma}{\Sigma\Gamma} = \frac{\Sigma\Pi}{\Pi M}$) :

$$\frac{\overline{A\Sigma}^2}{A\Sigma.\Sigma\Gamma} = \frac{\overline{\Sigma\Pi}^2}{\Sigma\Pi.\Pi M}.$$

Donc :

$$\frac{\overline{\Sigma\Pi}^2}{\overline{\Sigma\Xi}^2} = \frac{\overline{\Sigma\Pi}^2}{\Sigma\Pi.\Pi M},$$

c'est-à-dire :

$$\overline{\Sigma\Xi}^2 = \Sigma\Pi.\Pi M.$$

Ajoutant de part et d'autre $\overline{\Sigma\Pi}^2$, il vient :

$$\overline{\Sigma\Xi}^2 + \overline{\Sigma\Pi}^2 = \overline{\Sigma\Pi}^2 + \Sigma\Pi.\Pi M = \Sigma\Pi(\Sigma\Pi + \Pi M) = \Sigma\Pi \times M\Sigma,$$

comme nous l'avions annoncé.

Remplaçons maintenant, dans l'égalité (2), $M\Sigma \times \Sigma\Pi$ par sa valeur; il vient :

$$\frac{A\Theta}{A\Sigma} = \frac{\overline{M\Sigma}^2}{\overline{\Sigma\Xi}^2 + \overline{\Sigma\Pi}^2} = \frac{\text{cercle MN}}{\text{cercle O}\Xi + \text{cercle }\Pi P}.$$

En d'autres termes, par rapport au point fixe A, le cercle MN, restant en place, équilibrera la somme des cercles OΞ et ΠP suspendus au centre de gravité commun Θ, car les distances des centres de gravité au point fixe sont inversement proportionnelles aux poids considérés.

Semblablement, pour toute parallèle à EZ menée à l'intérieur du rectangle AZ et par laquelle on mène un plan perpendiculaire à AΓ, le cercle intercepté dans le grand cylindre, restant en place, équilibrera par rapport à A les deux cercles interceptés dans l'ellipsoïde et dans le cône, transférés en Θ, comme centre de gravité commun.

Remplissons complètement ces trois corps de cercles semblables. Au total, le cylindre restant en place équilibrera l'ellipsoïde et le cône AEZ transportés en Θ. Le cylindre a pour centre de gravité K, on doit donc avoir :

$$\frac{\Theta A}{AK} = \frac{\text{cylindre AZ}}{\text{ellipsoïde} + \text{cône AEZ}}.$$

Mais ΘA = 2AK, donc :

$$\text{cylindre AZ} = 2 \text{ fois (ellipsoïde} + \text{cône AEZ)},$$

Mais le cylindre AZ vaut trois fois le cône AEZ qui a même base et même hauteur; donc :

$$3 \text{ cônes AEZ} = 2 \text{ ellipsoïdes} + 2 \text{ cônes AEZ}.$$

ou

$$\text{cône AEZ} = 2 \text{ ellipsoïdes}.$$

Le cône AEZ vaut huit fois le cône ABΔ dont le rayon de base et l'axe sont moitié des siens, donc enfin :

$$\text{ellipsoïde} = 4 \text{ cônes ABΔ}$$

et

$$\frac{1}{2} \text{ ellipsoïde} = 2 \text{ cônes ABΔ}.$$

Menons maintenant dans le rectangle AZ les parallèles XΦ, ΩΨ à l'axe par les points B, Δ et considérons le cylindre ΦΨΩX. Il est évidemment double du cylindre ΦΨΔB, qui a base égale et axe moitié moindre; ce dernier vaut trois fois le cône ABΔ, donc :

$$\text{cylindre ΦΨΔB} = 6 \text{ cônes ABΔ},$$

et comme le cône vaut le quart de l'ellipsoïde :

$$\text{cylindre ΦΨΔB} = \frac{6}{4} \text{ ou } \frac{3}{2} \text{ ellipsoïde. C.q.f.d.}$$

(THÉORÈME IV)[1].

Tout segment d'un paraboloïde de révolution[2], *déterminé par un plan perpendiculaire à l'axe, vaut les* $^3/_2$ *du cône ayant même base et même axe.*

Soit un paraboloïde coupé par un plan passant par son axe, qui détermine la parabole BAΓ (fig. 6). Coupons le paraboloïde par un second plan, per-

avec un diamètre BΓ de la base du cône. Il prend ensuite la perpendiculaire EΘ à EΔ telle que :

$$\frac{E\Theta}{E\Delta} = \frac{BK.K\Gamma}{\overline{AK}^2}.$$

EΘ sera le paramètre (ὀρθία). Apollonius démontre (I, 21; p. 75, Heib.) que, pour un point Ξ quelconque de l'ellipse, on a :

$$\frac{\overline{\Xi\Sigma}^2}{A\Sigma \times \Sigma\Gamma} = \frac{\text{paramètre}}{\text{grand axe}}.$$

Heiberg croit que les mots soulignés au texte ont été interpolés ou du moins substitués à une phrase autrement rédigée, parce que les termes ὀρθία et πλαγία sont de la création d'Apollonius.

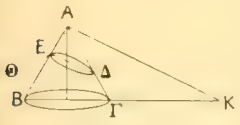


Fig. 5.

L'égalité (3) peut d'ailleurs être démontrée assez simplement en considérant l'ellipse comme la projection orthogonale d'un cercle (théorème de Stevin). Soient $2a$, $2b$ les axes de l'ellipse, y, y' deux ordonnées quelconques correspondantes du cercle et de l'ellipse. On a évidemment dans le cercle : $y^2 = A\Sigma.\Sigma\Gamma$ et, comme $y' = y\frac{b}{a}$, il vient : $y'^2 = (A\Sigma.\Sigma\Gamma)\frac{b^2}{a^2}$ d'où $\frac{A\Sigma.\Sigma\Gamma}{y'^2} = \frac{a^2}{b^2} = \text{constante}$.

On peut aussi déduire cette relation de l'équation de l'ellipse rapportée à ses axes $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$, d'où $y^2 = (a^2 - x^2)\frac{b^2}{a^2}$.

Or, $\frac{A\Sigma.\Sigma\Gamma}{y^2} = \frac{(a+x)(a-x)}{y^2} = \frac{a^2 - x^2}{y^2} = \frac{a^2}{b^2} = \text{constante}$.

[1] Ce théorème est démontré géométriquement dans le Traité *Des conoïdes* etc., prop. 21 (I, 386, Heib.) par la méthode dite d'exhaustion.

[2] Archimède dit : « d'un conoïde orthogonal ». La parabole elle-même est dite « section d'un cône orthogonal »

pendiculaire à l'axe. Soient BΓ l'intersection des deux plans, ΔΑ l'axe du segment, que nous prolongeons d'une longueur ΑΘ = ΔΑ, et considérons ΔΘ comme un levier dont le milieu fixe est Α.

La base du segment est le cercle BΓ, perpendiculaire à ΑΔ. Imaginons un cône ayant pour base ce cercle et pour sommet le point Α, et un cylindre ayant pour base ce même cercle et pour axe ΑΔ. Dans le rectangle EZΓB, menons une parallèle quelconque MN à BΓ, et par MN un plan perpendiculaire à ΑΔ, qui coupera le cylindre suivant le cercle

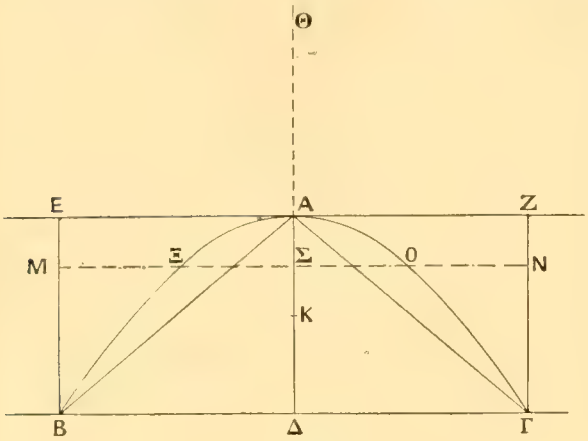


Fig. 6.

MN, et le segment de paraboloïde suivant le cercle ΞΟ.

BΑΓ étant un arc de parabole, ΑΔ l'axe de la parabole, ΞΣ, BΔ des ordonnées[1], on a[2] :

$$(1) \qquad \frac{\Delta A}{A\Sigma} = \frac{\overline{B\Delta}^2}{\overline{\Xi\Sigma}^2},$$

et comme ΔΑ = ΘΑ, BΔ = MΣ, il vient :

$$(2) \qquad \frac{\Theta A}{A\Sigma} = \frac{\overline{M\Sigma}^2}{\overline{\Xi\Sigma}^2}.$$

Mais cette dernière expression représente aussi le rapport du cercle MN au cercle ΞΟ. On a donc :

$$(3) \qquad \frac{\Theta A}{A\Sigma} = \frac{\text{cercle MN}}{\text{cercle } \Xi O}.$$

Par conséquent le cercle MN, déterminé dans le cylindre, équilibre par rapport au point A le cercle ΞΟ déterminé dans le paraboloïde, suspendu au centre de gravité Θ : car[1] le cercle MN a pour centre de gravité son centre Σ, le cercle ΞΟ transporté a pour centre de gravité Θ, et les distances des deux centres au point fixe A sont inversement proportionnelles aux cercles correspondants.

On démontrera de même, pour toute parallèle menée à BΓ dans le rectangle BΓZE, par laquelle on mène un plan perpendiculaire à ΑΔ, que le cercle déterminé dans le cylindre, restant en place, équilibrera le cercle déterminé dans le paraboloïde, transporté au point Θ du levier comme centre de gravité.

Remplissons de cercles pareils le cylindre et le segment de paraboloïde. Au total, le cylindre, restant en place, équilibrera, par rapport au point A, le segment de paraboloïde transporté en Θ comme centre de gravité. Dès lors, les distances de leurs centres de gravité au point A devront être inversement proportionnelles à leurs volumes, ou, puisque le cylindre a pour centre de gravité le milieu K de son axe :

$$(4) \qquad \frac{A\Theta}{AK} = \frac{\text{cylindre}}{\text{segm. parab.}}.$$

Mais AK est la moitié de AΘ, le cylindre vaut donc 2 fois le segment de paraboloïde. Et, comme le cylindre vaut 3 fois le cône ABΓ qui a même base et même axe, on voit finalement que le segment vaut les 3/2 du cône.

(Théorème V)[2].

Tout segment de paraboloïde de révolution, déterminé par un plan perpendiculaire à l'axe, a son centre de gravité situé sur la droite qui forme l'axe du segment, en un point tel que sa distance au sommet soit double de sa distance à la base.

Soit un segment de paraboloïde déterminé par un plan perpendiculaire à l'axe (fig. 7). Coupons-le par un autre plan passant par l'axe, qui détermine la parabole BΑΓ. Soit BΓ l'intersection des deux plans, ΑΔ l'axe du segment et de la courbe.

Prolongeons ΑΔ d'une longueur égale ΑΘ, considérons ΔΘ comme un levier dont le milieu fixe est Α, et inscrivons dans le segment de paraboloïde un cône ABΓ. Enfin menons à l'intérieur de la parabole une parallèle quelconque ΞΟ à BΓ, qui coupera la parabole en Ξ, Ο, et les arêtes du cône en Π, Ρ.

---

[1] M. à m. « des droites tirées ordonnément », τεταγμένως κατηγμέναι. Ailleurs (II, 231, Heib.), Archimède explique ce terme ainsi : « cordes parallèles à la tangente au sommet de la courbe ».

[2] « Le carré de l'ordonnée est proportionnel à l'abscisse ». C'est l'équation fondamentale de la parabole, qui se démontre par les moyens élémentaires (cf. Roucné : *Géométrie*, n° 1025). Elle figurait dans les Eléments des sections coniques d'Aristée et d'Euclide, auxquels Archimède, dans la *Quadrature de la parabole*, prop. 3 (II, 300, Heib.), renvoie pour la démonstration.

[1] Au lieu de καί ἐστι (Heiberg, p. 264, 25), il faut lire ou corriger ἐστὶ γὰρ.

[2] Dans le texte grec, nouvellement découvert, du Traité des *Corps flottants* (passage correspondant à II, 377, Heib.), ce théorème est mentionné comme démontré ἐν ταῖς Ἰσορροπίαις. Comme il n'en est pas question dans le Traité qui nous est parvenu sous ce titre, Heiberg croit qu'il s'agit du Traité (perdu) περὶ ζυγῶν.

Dans la parabole, ΞΣ, BΔ sont des perpendiculaires à l'axe. On a donc :

$$(1) \qquad \frac{\Delta A}{A\Sigma} = \frac{\overline{B\Delta}^2}{\overline{\Xi\Sigma}^2}.$$

D'autre part (à cause des triangles semblables), on a :

$$(2) \qquad \frac{\Delta A}{A\Sigma} = \frac{B\Delta}{\Pi\Sigma} = \frac{\overline{B\Delta}^2}{B\Delta.\Pi\Sigma}.$$

Par conséquent, en combinant (1) et (2) :

$$\frac{\overline{B\Delta}^2}{\overline{\Xi\Sigma}^2} = \frac{\overline{B\Delta}^2}{B\Delta.\Pi\Sigma},$$

d'où résulte que :

$$\overline{\Xi\Sigma}^2 = B\Delta.\Pi\Sigma.$$

ΞΣ est donc moyen proportionnel entre BΔ et

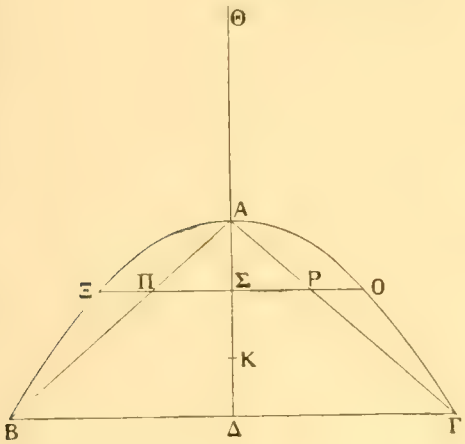


Fig. 7.

ΠΣ, et l'on a (en divisant les deux membres par $\overline{\Pi\Sigma}^2$) :

$$\frac{B\Delta}{\Pi\Sigma} = \frac{\overline{\Xi\Sigma}^2}{\overline{\Pi\Sigma}^2}.$$

Mais nous avons vu (2) que $\frac{B\Delta}{\Pi\Sigma} = \frac{\Delta A}{A\Sigma} = \frac{\Theta A}{A\Sigma}$, donc :

$$\frac{\Theta A}{A\Sigma} = \frac{\overline{\Xi\Sigma}^2}{\overline{\Sigma\Pi}^2}.$$

Menons par ΞO un plan perpendiculaire à AΔ : il coupera le segment de paraboloïde suivant le cercle ΞO, le cône suivant le cercle ΠP.

Le rapport $\frac{\overline{\Xi\Sigma}^2}{\overline{\Sigma\Pi}^2}$ est aussi celui du cercle ΞO au cercle ΠP. On a donc :

$$\frac{\Theta A}{A\Sigma} = \frac{\text{cercle } \Xi O}{\text{cercle } \Pi P}.$$

Ainsi le cercle ΞO restant en place équilibrera, par rapport au point A, le cercle ΠP transporté au point Θ, car ils ont pour centres de gravité les points Σ et Θ, dont les distances au point fixe A sont inversement proportionnelles aux surfaces des cercles considérés.

On démontrera de même que, pour toute autre parallèle à BΓ menée dans la parabole, et par laquelle on mène un plan perpendiculaire à AΔ, le cercle déterminé dans le segment de paraboloïde, restant en place, équilibrera, par rapport au point A, le cercle déterminé dans le cône, transporté au centre de gravité Θ.

Remplissons de cercles pareils le segment et le cône. Au total, la somme des cercles du segment, c'est-à-dire le segment, restant en place, équilibrera, par rapport au point A, la somme des cercles du cône, c'est-à-dire le cône, transporté au point Θ du levier comme centre de gravité. Le centre de gravité du système total est A, le centre de gravité du cône transporté est Θ ; dès lors (lemme I) le centre de gravité de la différence, c'est-à-dire du segment de paraboloïde, sera situé sur la droite AΘ prolongée dans la direction de A, en un point K tel que

$$\frac{A\Theta}{AK} = \frac{\text{segment}}{\text{cône}}.$$

Mais on sait (Théorème IV) que le segment vaut les 3/2 du cône ; donc aussi $A\Theta = \frac{3}{2}\,AK$, et par conséquent le centre de gravité du segment de paraboloïde est bien situé en un point de l'axe tel que sa distance au sommet soit double de sa distance à la base.

(Théorème VI).

Tout hémisphère a pour centre de gravité un point situé sur son axe et dont les distances au sommet et à la base sont dans le rapport de 5 à 3.

Soit une sphère et un plan passant par son centre qui la coupe suivant le cercle ABΓΔ (fig. 8). Traçons dans le cercle deux diamètres rectangulaires AΓ, BΔ. Par BΔ menons un plan perpendiculaire à AΓ, et considérons le cône ayant pour base le cercle de diamètre BΔ (dans un plan perpendiculaire à AΓ), pour sommet A, pour côtés AB, AΔ. Prolongeons AΓ d'une longueur AΘ = AΓ et considérons ΘΓ comme un levier ayant pour milieu fixe A.

Dans le demi-cercle BAΔ menons une parallèle quelconque ΞO à BΔ. Elle coupera la circonférence du demi-cercle en Ξ, O, le cône en Π, P, l'axe AΓ en E. Par ΞO faisons passer un plan perpendiculaire à AΓ. Il coupera l'hémisphère suivant le cercle ΞO, le cône suivant le cercle ΠP. On a :

$$(1) \qquad \frac{A\Gamma}{AE} = \left(\frac{A\Gamma.AE}{\overline{AE}^2} =\right) \frac{\overline{A\Xi}^2}{\overline{AE}^2}.$$

Mais $\overline{A\Xi}^2 = \overline{AE}^2 + \overline{E\Xi}^2$, $\overline{AE}^2 = \overline{E\Pi}^2$. Substituant, il vient :

$$(2) \qquad \frac{A\Gamma}{AE} = \frac{\overline{E\Pi}^2 + \overline{E\Xi}^2}{\overline{E\Pi}^2} = \frac{\text{cercle } \Pi P + \text{cercle } \Xi O}{\text{cercle } \Pi P},$$

et, comme $A\Gamma = A\Theta$,

$$\frac{A\Theta}{AE} = \frac{\text{cercle } \Xi O + \text{cercle } \Pi P}{\text{cercle } \Pi P}.$$

Les cercles ΞO et ΠP ont pour centre de gravité E. Si donc on suppose ces deux cercles en place, et le cercle ΠP seul transporté en Θ comme centre de gravité, les distances $A\Theta$, AE des centres au point fixe étant inversement proportionnelles aux surfaces représentées, il en résulte que les deux cercles feront équilibre, par rapport au point A, au cercle ΠP transporté en Θ.

[Le même raisonnement s'appliquant à toutes les

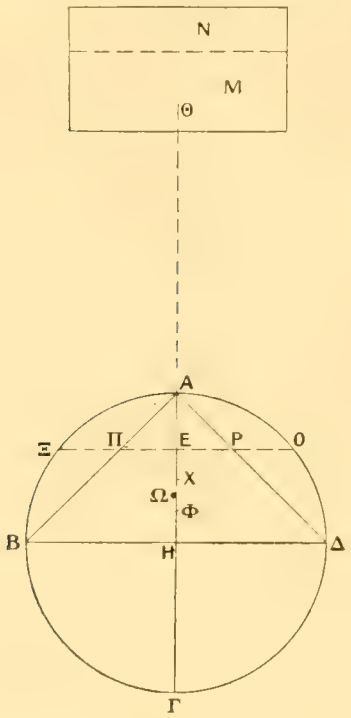


Fig. 8.

autres positions de la parallèle, en additionnant tous les cercles pareils, on voit que le cône et l'hémisphère restant en place équilibreront, par rapport au point A, le cône seul transporté en Θ.

Considérons maintenant, suspendu en Θ, un cylindre MN équivalent au cône $AB\Delta$ et divisons-le par un plan horizontal en deux cylindres partiels dont l'un M équilibre le cône par rapport à A : alors l'autre cylindre partiel N équilibrera l'hémisphère. Soit maintenant sur AH le point Φ tel que $A\Phi = 3\Phi H$: Φ sera le centre de gravité du cône (lemme VIII). Je prends sur AH le point X tel que $\frac{AX}{XH} = \frac{5}{3}$, ou, ce qui revient au même, $\frac{AH}{AX} = \frac{8}{5}$: je dis que X est le centre de gravité de l'hémisphère.

En effet, puisque le cylindre M (centre de gravité Θ) équilibre par rapport à A le cône $AB\Delta$ (centre de gravité Φ), on a :

$$\frac{\text{cyl. M}}{\text{cône } AB\Delta} = \frac{\Phi A}{\Theta A} = \frac{\frac{3}{4}AH}{2AH} = \frac{3}{8}.$$

Comme : vol. cône $AB\Delta$ = vol. cyl. MN, on a :

$$\frac{\text{cyl. M}}{\text{cyl. MN}} = \frac{3}{8}, \text{ d'où } \frac{\text{cyl. M}}{\text{cyl. MN} - \text{cyl. M}} = \frac{3}{5}, \frac{\text{cyl. MN}}{\text{cyl. N}} = \frac{8}{5},$$

ou encore :

$$(1) \qquad \frac{\text{cône } AB\Delta}{\text{cyl. N}} = \frac{8}{5}, \text{ c'est-à-dire } = \frac{AH}{AX}.$$

D'autre part, on a (Théorème II) :

$$(2) \qquad \frac{\text{hémisphère}}{\text{cône } AB\Delta} = \frac{2}{1} = \frac{A\Theta}{AH}.$$

Multipliant membre à membre (1) et (2), il vient :

$$\frac{\text{hémisphère}}{\text{cylindre N}} = \frac{A\Theta}{AX}.$$

Mais le cylindre N a pour centre de gravité Θ ; il équilibre d'ailleurs — on l'a vu plus haut — l'hémisphère par rapport au point A : donc nécessairement X est le centre de gravité de l'hémisphère[1].]

(Théorème VII).

Tout segment de sphère (à une base) est au cône [de même base et de même hauteur comme le rayon de la sphère plus la hauteur du segment supplémentaire sont à cette dernière hauteur seule[2]*].*

---

[1] J'ai suivi, pour suppléer cette démonstration, l'analogie du théorème VIII et les indications de la figure; mais on pourrait arriver au même résultat par une méthode plus rationnelle, sans supposer le problème résolu. Puisque hémisph. + cône (en place) équilibrent par rapport à A le cône (en Θ), le centre de gravité Ω du système « hémisph. + cône » doit satisfaire à l'égalité :

$$\frac{\text{hémisph.} + \text{cône}}{\text{cône}} = \frac{A\Theta}{A\Omega},$$

et, comme hémisph. = 2 cônes, il en résulte $A\Theta = 3A\Omega$: le point Ω est donc au tiers du diamètre (ou aux 2/3 du rayon) à partir de A. Le centre de gravité du cône (lemme VIII) est en Φ, aux 3/4 de AH. Donc le centre de gravité de l'hémisphère seul — différence du système et du cône — est (d'après lemme I), sur $\Phi\Omega$ prolongé dans le sens de Ω, en un point X tel que :

$$\frac{X\Omega}{\Omega\Phi} = \frac{\text{cône}}{\text{hémisph.}} = \frac{1}{2},$$

en d'autres termes, à une distance de Ω moitié moindre (et de sens contraire) que celle de Φ. Calculons AX. On a $\Omega\Phi = A\Phi - A\Omega = \frac{3}{4}AH - \frac{2}{3}AH = \frac{1}{12}AH$; donc $X\Omega = \frac{1}{24}AH$ et $AX = A\Omega - X\Omega = \frac{2}{3}AH - \frac{1}{24}AH = \frac{15}{24}AH = \frac{5}{8}AH$. C. q. f. d.

[2] Enoncé restitué d'après le Traité *Sphère et cylindre*, II, 2 (I, p. 194, Heib.), où Archimède donne une démonstration (ou plutôt une vérification) géométrique assez simple.

Si l'on appelle R le rayon de la sphère, h la hauteur du segment, h' celle du segment supplémentaire, l'énoncé

[Coupons[1] la sphère (fig. 9) par un plan passant par le centre qui détermine le grand cercle ΑΑΓΑ' et coupe le segment donné suivant l'arc ΔΑΑΑ'Β. Traçons le diamètre ΑΓ passant par le sommet du segment et qui coupe la base ΔΒ en Η; menons le diamètre perpendiculaire ΑΑ'. Tirons ΑΑ, ΑΑ' et prolongeons-les jusqu'à leurs rencontres Ε, Ζ avec ΔΒ prolongée et Ψ, Ω avec la tangente en Γ. Imaginons enfin les cônes ayant pour sommet Α, pour bases respectives les cercles de diamètre ΔΒ, ΕΖ, ΨΩ, et le cylindre ayant pour base le cercle ΨΩ et pour axe ΑΓ, cylindre que le plan de base du segment coupe selon le cercle FY. Enfin prolongeons ΑΓ d'une longueur ΑΘ = ΑΓ, et soit ΓΘ un levier ayant pour milieu fixe Α].

A l'intérieur du rectangle TY, je mène une parallèle quelconque MN à ΔΒ et fais passer par MN un plan perpendiculaire à ΑΓ. Il coupe le cylindre suivant le cercle de diamètre MN, le segment sphérique suivant le cercle ΞΟ, le cône AEZ suivant le cercle ΗΡ.

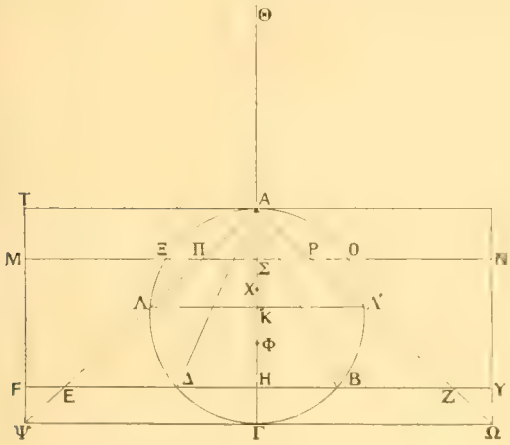


Fig. 9.

On démontrera, comme précédemment, que le cercle MN restant en place équilibrera par rapport au point Α la somme des cercles ΞΟ, ΗΡ transportés en Θ comme centre de gravité[2]. (Il en sera de même pour toute autre position de la parallèle MN et de son plan sécant.)

Si donc l'on remplit entièrement le cylindre TY, le cône AEZ et le segment ΑΔΒ de cercles pareils, au total, TY restant en place équilibrera par rapport au point Α la somme du cône AEZ et du segment ΑΔΒ transportés en Θ.

Prenons maintenant sur ΑΓ le point Χ tel que ΑΧ = ΧΗ, et le point Φ tel que ΑΦ = 3ΦΗ. Le point Χ étant le milieu de l'axe ΑΗ est le centre de gravité du cylindre TY; de même (lemme VIII), Φ est le centre de gravité du cône AEZ. La relation d'équilibre trouvée peut s'écrire :

$$(1) \qquad \frac{\text{cyl. TY}}{\text{cône AEZ} + \text{segm. A}\Delta\text{B}} = \frac{\Theta\text{A}}{\text{XA}}, \quad (^1)$$

[c'est-à-dire :

$$\frac{\text{cyl. TY}}{\text{cône AEZ} + \text{seg. A}\Delta\text{B}} = \frac{2\text{R}}{\frac{h}{2}} - \frac{4\text{R}}{h}.$$

Mais

$$\frac{\text{cyl. TY}}{\text{cyl. EZ}} = \frac{4\text{R}^2}{h^2};$$

donc :

$$\frac{\text{cyl. TY}}{\text{cône AEZ}} = \frac{12\text{R}^2}{h^2}.$$

Or,

$$\frac{\text{cône AEZ}}{\text{cône A}\Delta\text{B}} = \frac{h^2}{hh'} = \frac{h}{h'};$$

donc :

$$\frac{\text{cyl. TY}}{\text{cône A}\Delta\text{B}} = \frac{12\text{R}^2}{hh'}.$$

Substituant dans (1) ces valeurs de cône AEZ et cylindre TY en fonction de cône AΔB, il vient :

$$\frac{\text{cône A}\Delta\text{B}\,\frac{12\text{R}^2}{hh'}}{\text{cône A}\Delta\text{B}\,\frac{h}{h'} + \text{segm.}} = \frac{4h}{\text{R}};$$

d'où :

$$\text{segm.}\ \frac{4\text{R}}{h} = \text{cône}\left(\frac{12\text{R}^2}{hh'} - \frac{4\text{R}}{h'}\right) = \text{cône}\ \frac{4\text{R}}{h'}\left(\frac{3\text{R}}{h} - 1\right)$$

donc

$$\frac{\text{segm.}}{\text{cône}} = \frac{h}{h'}\left(\frac{3\text{R}}{h} - 1\right) = \frac{\text{R} + h'}{h'}.]$$

(Théorème VIII)[2].

Tout segment sphérique plus grand qu'un hémisphère (?) a son centre de gravité situé sur son axe en un point tel que sa distance au sommet est à sa distance à la base comme la hauteur du segment plus quatre fois la hauteur du segment supplémentaire est à la hauteur plus deux fois la hauteur du segment supplémentaire :

$$\frac{\text{XA}}{\text{XH}} = \frac{\text{HA} + 4\text{H}\Gamma}{\text{HA} + 2\text{H}\Gamma}].$$

---

d'Archimède donne pour valeur du segment sphérique $V = \frac{R + h'}{h'} \cdot \varpi \frac{h}{3} \cdot \Delta H^2$.

Comme $\frac{\Delta H^2}{h'} = h$ et que $R + h' = 3R - h$, on voit que cette valeur revient à l'expression connue : $V = \varpi h^2 \left(R - \frac{h}{3}\right)$.

[1] Tout ce commencement est perdu. Je l'ai restitué d'après les indications de la figure et la marche ultérieure de la démonstration.

[2] Cette démonstration a déjà été faite au théorème II, où la construction est identique.

[1] Pour la fin de la démonstration, j'ai suivi la restitution de Zeuthen, en introduisant les notations R, h, h'.

[2] Enoncé et figure restitués d'après Heiberg. Il résulte de l'énoncé de IX que, dans le théorème VIII il, ne s'agissait que d'*une variété* particulière de segments. Cette précision paraissait nécessaire à Archimède pour établir sa figure, mais la démonstration est la même, quelle que soit la dimension du segment. Il va sans dire que l'énoncé pourrait aussi être restitué ainsi : tout segment « *plus petit* qu'un hémisphère ». Cf. *Sphère et Cylindre*, I, 42 et 43.

[Soit BAΔ (fig. 10) un segment sphérique, plus grand que l'hémisphère. Je prends sur sa hauteur AH le point X tel que $\frac{XA}{XH} = \frac{AH + 4H\Gamma}{AH + 2H\Gamma}$: je dis que X est le centre de gravité du segment.]

Prolongeons AΓ de AΘ = AΓ, et, dans l'autre sens, de ΓΞ égal au rayon de la sphère, et considérons ΓΘ comme un levier ayant pour milieu fixe A. Dans le plan de base du segment, de H comme centre, traçons un cercle avec un rayon égal à AH. Imaginons le cône qui a ce cercle pour base, A pour sommet, AE, AZ pour génératrices. Enfin, menons une parallèle quelconque KΛ à EZ

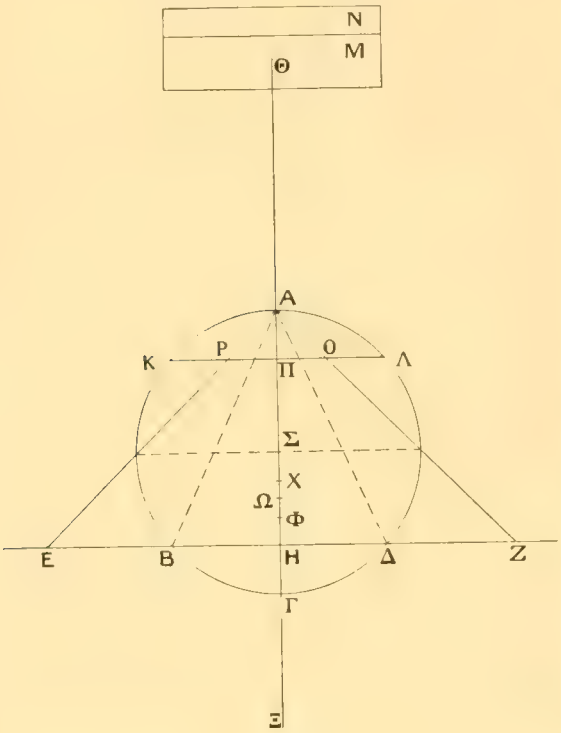


Fig. 10.

qui coupe la circonférence en K, Λ, les génératrices du cône en P, O, la hauteur en H.

On a d'abord[1] :

$$(1) \qquad \frac{A\Gamma}{AH} = \frac{\overline{AK}^2}{\overline{AH}^2}$$

Mais $\overline{AK}^2 = \overline{AH}^2 + \overline{HK}^2$, $\overline{AH}^2 = \overline{HO}^2$ — puisque $\overline{AH}^2 = \overline{EH}^2$ —; donc :

$$(2) \qquad \frac{\Gamma A}{AH} = \frac{\overline{KH}^2 + \overline{HO}^2}{\overline{HO}^2} = \frac{\text{cercle } K\Lambda + \text{cercle } PO}{\text{cercle } PO},$$

et, comme AΓ = AΘ :

$$(3) \qquad \frac{A\Theta}{AH} = \frac{\text{cercle } K\Lambda + \text{cercle } PO}{\text{cercle } PO}.$$

[1] Car, dans le triangle rectangle AKΓ, on a $\overline{AK}^2 = AH.A\Gamma$. Divisant les deux membres par $\overline{AH}^2$, il vient bien (1).

Si donc on suppose le cercle PO déterminé dans le cône par le plan parallèle à la base du segment, transporté en Θ comme centre de gravité, puisque KΛ, PO ont pour centre de gravité H, le cercle transporté fera équilibre par rapport au point A à la somme des deux cercles KΛ, PO — déterminés dans le segment et dans le cône — laissés en place.

Il en sera de même pour tous les cercles de même genre déterminés par les plans parallèles à la base du segment : toujours le cercle déterminé dans le cône AEZ, transporté en Θ, équilibrera par rapport à A ce même cercle et le cercle déterminé dans le segment sphérique, laissés en place. Au total donc, le segment et le cône, laissés en place, équilibreront par rapport à A le cône transporté en Θ comme centre de gravité.

Considérons maintenant un cylindre MN équivalant au cône AEZ et prenons sur AH le point Φ tel que AH = 4 ΦH : Φ sera, comme on l'a vu (lemme VIII), le centre de gravité du cône AEZ. Coupons le cylindre par un plan perpendiculaire à ses génératrices, qui le divise en deux cylindres tels que l'un d'eux M fasse équilibre au cône AEZ. Puisque le cylindre total équivaut au cône AEZ, qui, en Θ, équilibre le cône et le segment en place, si le cylindre partiel M équilibre le cône AEZ, le reste, c'est-à-dire le cylindre partiel N, équilibrera le segment. On a vu (Théorème VII) que :

$$(4) \qquad \frac{\text{segm. } BA\Delta}{\text{cône } BA\Delta} = \frac{\Xi H}{H\Gamma}.$$

D'autre part :

$$(5) \qquad \frac{\text{cône } BA\Delta}{\text{cône } AEZ} = \frac{\text{cercle } B\Delta}{\text{cercle } EZ} = \frac{\overline{BH}^2}{\overline{HE}^2} = \frac{\Gamma H.HA}{\overline{HA}^2} = \frac{\Gamma H}{HA}.$$

(Comparant (4) et (5) il vient :)

$$(6) \qquad \frac{\text{segm. } BA\Delta}{\text{cône } AEZ} = \frac{\Xi H}{HA}.$$

Nous avons par construction :

$$\frac{AX}{XH} = \frac{HA + 4H\Gamma}{HA + 2H\Gamma}, \text{ ou inversement } \frac{XH}{AX} = \frac{2H\Gamma + HA}{4H\Gamma + HA}.$$

Si l'on combine ces deux expressions (en additionnant aux numérateurs de la seconde ceux de la première), il vient :

$$\frac{AX + XH}{AX} = \frac{(HA + 4H\Gamma) + (2H\Gamma + HA)}{HA + 4H\Gamma},$$

c'est-à-dire :

$$(7) \qquad \frac{AH}{AX} = \frac{6H\Gamma + 2HA}{HA + 4H\Gamma}.$$

Mais on a évidemment :

$$6H\Gamma + 2HA = 4H\Xi;$$
$$4H\Gamma + HA = 4\Gamma\Phi. \quad (4)$$

[1] En effet, si l'on emploie les notations abrégées R (rayon

Par conséquent :

$$(8) \qquad \frac{AH}{AX} = \frac{H\Xi}{\Gamma\Phi}, \text{ ou encore } \frac{H\Xi}{HA} = \frac{\Gamma\Phi}{AX}.$$

En portant cette valeur de $\frac{H\Xi}{AH}$ dans l'équation (6), on a :

$$(9) \qquad \frac{\text{segm. } BA\Delta}{\text{cône } AEZ} = \frac{\Gamma\Phi}{XA}.$$

Le cylindre M équilibre par rapport à A le cône EAZ. Ce cylindre a pour centre de gravité Θ, le cône a pour centre Φ. On doit donc avoir :

$$(10) \qquad \frac{\text{cône } EAZ}{\text{cyl. } M} = \frac{\Theta A}{\Phi A} = \frac{\Gamma A}{A\Phi}, \text{ ou } \frac{\text{cyl. } M}{\text{cyl. } MN} = \frac{A\Phi}{\Gamma A},$$

(d'où en soustrayant les numérateurs des dénominateurs) :

$$(11) \qquad \frac{\text{cyl. } M}{\text{cyl. } N} = \frac{A\Phi}{\Gamma\Phi}$$

(ou en ajoutant les dénominateurs aux numérateurs) :

$$\frac{\text{cyl. } MN}{\text{cyl. } N} = \frac{A\Gamma}{\Gamma\Phi},$$

ou encore, puisque le cylindre MN équivaut au cône EAZ :

$$(12) \qquad \frac{\text{cône } EAZ}{\text{cyl. } N} = \frac{\Gamma A}{\Gamma\Phi} = \frac{\Theta A}{\Gamma\Phi}.$$

Combinant (12) et (9), il vient :

$$(13) \qquad \frac{\text{segm. } BA\Delta}{\text{cyl. } N} = \frac{\Gamma\Phi . A\Theta}{XA . \Gamma\Phi} = \frac{A\Theta}{XA}.$$

Mais on a vu que le segment équilibre par rapport à A le cylindre N : le cylindre ayant pour centre de gravité Θ, cette égalité ne peut être vraie que si X est le centre de gravité du segment. C. q. f. d. [1].

(Théorème IX).

Tout segment sphérique a son centre de gravité sur son axe en un point tel que sa distance au sommet soit à sa distance à la base, comme la hauteur du segment plus quatre fois la hauteur du segment supplémentaire est à la hauteur du segment plus deux fois la hauteur du segment supplémentaire.

Ce théorème se démontre de la même manière que le précédent [1].

---

de la sphère) et h (hauteur du segment), on a d'abord :

$$6H\Gamma + 2AH = 6(2R - h) + 2h = 12R - 4h;$$

or, $H\Xi = H\Gamma + \Gamma\Xi = (2R - h) + R = 3R - h$, c'est-à-dire le quart de l'expression ci-dessus.

De même : $4H\Gamma + HA = 4(2R - h) + 4h = 8R - 3h$;

or, $\Gamma\Phi = \Gamma H + \Phi H = 2R - h + \frac{h}{4} = 2R - \frac{3h}{4}$, c'est-à-dire encore le quart de l'expression ci-dessus.

[1] La démonstration d'Archimède est assez pénible et offre, de plus, l'inconvénient de supposer la relation $\frac{XA}{XH} = \frac{HA + 4H\Gamma}{HA + 2H\Gamma}$ découverte on ne sait comment et d'en fournir simplement la vérification. Il semble qu'Archimède aurait pu établir directement cette relation de la manière suivante (j'emploie, pour abréger, les notations $A\Sigma = R$, $AH = h$, $H\Gamma = h'$ et je note tout de suite que, puisque $h' = 2R - h$, on a $R = \frac{h + h'}{2}$.)

On a vu, dans la première partie de la démonstration, que : (segm. $AB\Delta$ + cône AEZ) restant en place équilibrent (par rapport à A) cône AEZ au c.g. Θ. Appelons Ω le c.g. du système (segm. $AB\Delta$ + cône AEZ). Cette relation d'équilibre implique l'égalité :

$$(1) \qquad \frac{\Omega A}{\Theta A} = \frac{\text{cône } AEZ}{\text{cône } AEZ + \text{segm. } AB\Delta}.$$

Calculons segm. $AB\Delta$ en fonction du cône AEZ. On a vu (Th. VII) que :

$$(2) \qquad \frac{\text{segm. } AB\Delta}{\text{cône } AB\Delta} = \frac{R + h'}{h'}.$$

Mais

$$(3) \qquad \frac{\text{cône } AB\Delta}{\text{cône } AEZ} = \frac{H\Delta^2}{HZ^2} = \frac{hh'}{h^2} = \frac{h'}{h},$$

d'où :

$$(4) \qquad \frac{\text{segm. } AB\Delta}{\text{cône } AEZ} = \frac{R + h'}{h}$$

Remplaçant segm. $AB\Delta$ par cette valeur dans (1), il vient :

$$(5) \qquad \frac{\Omega A}{2R} = \frac{\text{cône}}{\text{cône}\left(1 + \frac{R + h'}{h}\right)} = \frac{h}{h + R + h'} = \frac{h}{3R};$$

d'où :

$$(6) \qquad \Omega A = \frac{2h}{3}.$$

Ainsi le c.g. Ω du système (segm. $AB\Delta$ + cône AEZ) est situé aux 2/3 de AH à partir de A. Le cône seul (lemme VIII) a son c.g. en Φ aux 3/4 de AH à partir de A. Si donc on appelle X le c.g. cherché du segment seul, on a (d'après lemme I) :

$$(7) \qquad \frac{X\Omega}{\Omega\Phi} = \frac{\text{cône } AEZ}{\text{segm. } AB\Delta} = \frac{h}{R + h'} = \frac{2h}{h + 3h'}.$$

Comme $\Omega\Phi = A\Phi - A\Omega = \frac{3}{4}h - \frac{2}{3}h = \frac{h}{12}$, il vient donc :

$$(8) \qquad X\Omega = \frac{h^2}{12(R + h')};$$

$$AX = A\Omega - X\Omega = \frac{2h}{3} - \frac{h^2}{12(R + h')} = \frac{h}{3}\left[2 - \frac{h}{4(R + h')}\right];$$

$$XH = \Omega H + X\Omega = \frac{h}{3} + \frac{h^2}{12(R + h')} = \frac{h}{3}\left[1 + \frac{h}{4(R + h')}\right],$$

et par conséquent :

$$\frac{AX}{XH} = \frac{8R + 8h' - h}{4R + 4h' + h} = \frac{12h' + 3h}{6h' + 3h} = \frac{4h' + h}{2h' + h},$$

ce qui est l'expression cherchée.

[1] Dont il n'est que la généralisation. Dans les traités de Mécanique modernes, la position du centre de gravité du segment sphérique est ordinairement déterminée par sa distance au centre de la sphère, à l'aide de l'intégration. On trouve l'expression $D = \frac{3}{4}\frac{(2R - h)^2}{(3R - h)}$. Il est facile de voir l'équi-

(Théorème X)[1].

Tout segment d'hyperboloïde de révolution[2], *déterminé par un plan perpendiculaire à l'axe, est*

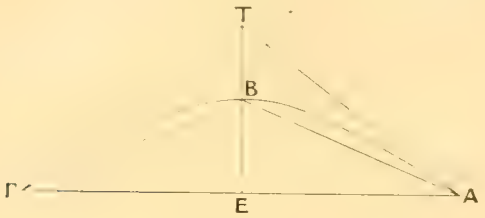


Fig. 11.

au cône de même base et de même hauteur comme une ligne égale à l'axe du segment plus trois fois la distance du sommet au sommet du cône circonscrit[1] *est à une ligne égale à l'axe du segment plus deux fois cette distance* (fig. 11) :

$$\frac{\text{segm. } \Gamma BA}{\text{cône } \Gamma BA} = \frac{BE + 3BT}{BE + 2BT}.$$

On démontrera de même beaucoup d'autres propositions[2], que je laisse de côté, maintenant que la méthode est bien mise en lumière par les exemples précédents, pour aborder la démonstration des deux théorèmes énoncés au début de ce Traité.

Dans un prochain numéro, nous terminerons la publication de la traduction du Traité d'Archimède.

T. R.

L'ORGANISATION DE LA MAISON COLONIALE MODERNE

DEUXIÈME PARTIE : PRÉSERVATION DES ATTEINTES DES FACTEURS PATHOLOGIQUES PROPRES AUX PAYS TROPICAUX

Dans un premier article[3], nous avons traité de l'organisation générale de la maison coloniale. Nous allons maintenant aborder l'étude des dispositifs particuliers à l'habitation coloniale, c'est-à-dire l'étude des procédés pouvant permettre à celui qui l'occupe d'annuler, dans la mesure du possible, l'action des trois grands facteurs pathologiques dont nous avons précédemment constaté l'existence et envisagé le mode d'action.

Dans le cours de cette étude, nous examinerons successivement les remèdes palliatifs qui peuvent être opposés à chacun d'eux.

I. — Préservation du soleil.

Le rayonnement solaire a, sous les tropiques, une très grande puissance et, dans la saison chaude, un thermomètre exposé au soleil, dans les environs de midi, peut accuser des températures supérieures de plus de 30° à la température de l'air. Pour éviter l'échauffement excessif des murs de l'habitation, aussi bien que pour empêcher l'accès des rayons lumineux directs dans l'intérieur de l'habitation, il importe donc de soustraire les murs extérieurs de celle-ci au rayonnement solaire; la véranda répond à cet objet (fig. 1 et 2).

Elle consiste, en principe, en une galerie entourant à chaque étage la maison sur ses quatre faces, et d'une largeur minimum comprise entre 2 et 3 mètres. La protection des murs à la partie supérieure de l'édifice peut être obtenue, soit par le prolongement du toit du corps de logis, soit par un toit indépendant; mais, dans les deux cas, un plafond doit protéger la galerie contre le rayonnement de la toiture.

---

valence des deux expressions. Le théorème d'Archimède peut s'écrire :

$$\frac{AX}{h - AX} - \frac{h + 4(2R - h)}{h - 2(2R - h)} = \frac{8R - 3h}{4R - h},$$

d'où, en additionnant chaque dénominateur au numérateur :

$$\frac{h}{h - AX} = \frac{12R - 4h}{4R - h}; h(4R - h) = (12R - 4h)h - AX(12R - 4h)$$

et $$AX = \frac{h(12R - 4h) - h(4R - h)}{12R - 4h} = \frac{h(8R - 3h)}{12R - 4h};$$

donc la distance $X\Sigma$ (c'est-à-dire D) $= R - \frac{h(8R - 3h)}{12R - 4h}$

$$= \frac{12R^2 - 4hR - 8hR + 3h^2}{12R - 4h} = \frac{12R^2 - 12hR + 3h^2}{12R - 4h}$$

$$= \frac{3(4R^2 - 4hR + h^2)}{4(3R - h)} = \frac{3(2R - h)^2}{4(3R - h)}. \text{ C. q. f. d.}$$

[1] Enoncé restitué d'après *Conoïdes et Sphéroïdes*, prop. 25 (I, 416, Heiberg) : le sens général résulte des mots τῆς προκειμένης πρὸς τὸν ἄξονα, où l'on reconnaît la ligne appelée dans ce traité ἁ ποτεοῦσα τῷ ἄξονι (I, 278). Les restes étant trop longs pour un simple énoncé, Heiberg croit qu'il était ensuite question du centre de gravité d'un segment d'hyperboloïde.

[2] Archimède aurait dit : « de conoïde obtusangle ».

[3] *Rev. gén. des Sciences* du 15 nov. 1907, t. XVIII, p. 860.

[1] C'est ce qu'Archimède appelle : la droite ajoutée à l'axe.

[2] Par exemple, celles qui concernent le volume et le centre de gravité d'un segment d'ellipsoïde, etc. Plusieurs de ces propositions sont démontrées dans le Traité *des Conoïdes*.

Avec la largeur que nous lui avons donnée plus haut, une véranda de 3ᵐ,50 de hauteur, à l'aplomb de sa partie extérieure, empêchera l'accès du soleil pendant le milieu de la journée; mais il n'en sera plus de même à son lever et à son coucher, et, si l'on veut qu'elle atteigne complètement son but, il est nécessaire de la fermer. Ce mode de fermeture devra, d'ailleurs, être tel que la véranda puisse être largement ouverte au moment où, le soleil ayant disparu, le refroidissement de l'atmosphère commence à s'opérer.

Dans les pays où règnent des brises fortes et régulières, on constituera cette fermeture avec des persiennages mobiles; partout ailleurs, on pourra avoir recours à des rideaux en toile à voile sulfatisée.

La fermeture des vérandas par des murs épais et percés d'étroites ouvertures constitue un non-sens évident, puisque l'on rapporte ainsi à l'extérieur la masse principale de l'édifice que l'on se proposait précisément de soustraire à l'action du soleil. L'habitation coloniale ainsi agencée ne serait, en somme, qu'une habitation ordinaire dont les pièces s'ouvriraient sur une galerie circulaire. Chaude la nuit, une telle maison serait à peu près obscure dans la journée.

Dans le même ordre d'idées, l'usage des terrasses supérieures nous paraît également condamnable, à moins de ménager en dessous d'elles une gaine aérée; mais, dans ces conditions, on augmentera beaucoup le prix de revient de l'édifice, et il sera généralement moins coûteux, si l'on tient à avoir une terrasse, de constituer celle-ci par le prolongement vers l'extérieur de l'aire des vérandas, en faisant supporter celles-ci par une légère charpente métallique.

Dans les pays à faibles écarts nycthéméraux, les habitations à vérandas fermées par des murs épais en maçonnerie présenteront donc, portés à leur maxima, tous les inconvénients que nous avons reconnus aux habitations à murs épais, mais protégées par des vérandas largement ouvertes, car, tandis que les massifs en maçonnerie de ces dernières ne seront portés qu'à une température maxima au plus égale à celle du jour, les murs extérieurs des premières, ayant subi toute la journée le rayonnement solaire direct, seront à une température très supérieure à la précédente. Une telle construction est donc vicieuse au premier chef, quelle que soit la nature du climat tropical considéré.

Fig. 1. — *Type d'habitation à vérandas à peu près ouvertes. (Caserne d'infanterie à Saïgon.)*

Nous avons vu précédemment les précautions qu'il convenait de prendre pour l'éclairement des locaux.

Étant donnée la nécessité où l'on se trouve de concilier un éclairage suffisant avec la fermeture des vérandas et avec la condition d'éviter la vision directe des nuées, le seul procédé qui puisse être adopté consiste dans l'ouverture de baies dans les vérandas et au niveau du sol de ces dernières.

Ce résultat sera parfaitement obtenu par l'emploi de persiennages mobiles ou par le relèvement plus ou moins grand des stores dont nous avons parlé plus haut.

Cette préservation de l'action du soleil pourra être utilement complétée par l'ombrage de grands

arbres, d'essences judicieusement choisies. Toutefois, si cette mesure est efficace, elle présente cependant les inconvénients suivants :

a) Engorgement des chéneaux et des tuyaux de descente par les branchages et les feuilles mortes;

b) Présence d'insectes divers;

c) Bris de tuiles dus aux chutes de branches.

La présence d'arbres exigera donc une surveillance constante des toitures.

II. — Préservation des moustiques.

Pour se préserver des moustiques, il convient tout d'abord de choisir l'emplacement de la maison en se conformant, autant que possible, aux règles édictées dans la 1ʳᵉ partie (§ Emplacement de la maison). L'observation de ces prescriptions ne suffira cependant pas, le plus souvent, à mettre l'habitation à l'abri de l'atteinte des moustiques.

Pour réaliser ce desideratum, il convient de fermer toutes les ouvertures extérieures de la maison, même les vérandas, par des grillages métalliques (laiton, fil de fer galvanisé ou étamé), dont la maille aura de 1 millimètre à 2 millimètres de côté au maximum (fig. 3). Ces grillages, fixes ou mobiles suivant le cas, pourront doubler les fermetures ordinaires, portes ou fenêtres. Dans le cas des portes, elles devront être constituées par des tambours grillagés à fermeture automatique. Il sera également nécessaire de grillager les galeries reliant le corps de logis principal aux dépendances directes de ce dernier (salles de bains, water-closets).

Dans ces conditions, il sera possible de vivre entièrement à l'abri des atteintes des moustiques pendant les heures de nuit et de dormir en supprimant les moustiquaires et en laissant les portes ouvertes, pratique dont le danger avait été perçu par les vieux coloniaux bien longtemps avant la découverte du rôle joué par les Anophèles. L'adoption de ces mesures ne devra pas empêcher d'éviter avec soin la production des mares et des flaques d'eau ou d'amas de matières organiques dans le voisinage, même assez éloigné, de l'habitation; lorsque cette production ne pourra être évitée, on devra pétroler les mares à raison de 10 centimètres cubes par mètre carré et par vingt-quatre heures. Ces mesures, jointes à la fermeture grillagée des réservoirs d'eau et des bouches d'égout, suffiront, si elles sont appliquées avec soin, à diminuer, dans une très large proportion, le nombre des moustiques dans le voisinage de l'habitation, ces insectes ne s'éloignant pas beaucoup de leur habitat ordinaire. Les résultats obtenus à la Havane, en Corse, à Ismaïla et à Rio-de-Janeiro montrent qu'il est possible de lutter victorieusement contre

Fig. 2. — *Type d'habitation à vérandas largement ouvertes. (Quartier d'artillerie de Saïgon.)*

des endémies telles que le paludisme et la fièvre jaune, à la condition de ne pas se départir de l'observation stricte des préceptes d'hygiène posés plus haut[1].

Dans le même ordre d'idées, on doit signaler que les moustiques fréquentent plutôt le rez-de-chaussée que les étages, en raison de la difficulté qu'ils éprouvent à voler en hauteur; si l'on tient compte, en outre, du fait que la ventilation de ceux-ci est meilleure que celle du rez-de-chaussée, on n'hésitera pas à mettre les pièces d'habitation proprement dites à l'étage, à l'exclusion du rez-de-chaussée, qui sera réservé aux pièces habitées seulement pendant la journée (bureaux, magasins, etc.).

Le refroidissement des locaux, dont nous allons aborder maintenant l'étude, peut d'ailleurs, dans certains cas, constituer une solution partielle du problème de la défense contre les moustiques, en raison du ralentissement des attaques de ce dernier occasionné par la diminution de la température, lorsque celle-ci tombe au-dessous de 22°.

III. — Préservation des effets du climat.

Nous avons vu que le climat tropical type est, en général, caractérisé par une moyenne de température et par un degré hygrométrique élevés, en même temps que par de faibles écarts nycthéméraux. Pour permettre à l'Européen habitant ces régions de vivre dans les conditions les plus favorables au maintien de son existence, il faudrait donc réaliser, à l'intérieur des habitations, une atmosphère sèche et à température moyenne aussi voisine que possible de celle de l'été de son pays d'origine.

Or, à cet effet, il est bien évident qu'une maison, même organisée comme il vient d'être dit

Fig. 3. — *Type de construction grillagée pour la protection contre les moustiques. Gare de Rufisque.*

[1] L'efficacité de la protection totale des locaux ressort nettement d'une communication récente faite à l'Académie de Médecine par M. Kermorgant, Inspecteur général du Service de Santé colonial, au sujet d'installations de ce genre réalisées dans les gares de la ligne Dakar-Saint-Louis : « A Saint-Louis, en 1902-1903, avant la protection des habitations par les toiles métalliques, on avait relevé : 139 journées d'hôpital et 44 journées d'incapacité de travail pour 10 agents malades de cette station. En 1904-1905, depuis la protection mécanique, le nombre des journées d'hôpital s'est abaissé à 13, et l'on n'a constaté que 13 jours d'incapacité de travail pour 2 agents malades. Les mêmes proportions existent pour les autres gares. Des résultats analogues ont été obtenus en Corse. » (Voir le *Bulletin de la Ligue Corse contre le paludisme*.) A Panama, l'installation de logements grillagés pour les quelque dix mille Européens employés sur les chantiers du canal, a immédiatement réduit de 50 °/₀, le taux de mortalité de cette population.

plus haut, ne permettra aucunement d'atteindre ce résultat.

Il importe, cependant, d'autant plus de l'obtenir que l'action du climat tropical sur l'organisme de l'Européen constitue souvent le facteur pathologique le plus actif qui agisse sur lui, soit directement par la production d'une anémie plus ou moins profonde, soit indirectement par une modification du terrain physiologique de l'individu, le rendant plus apte à contracter les endémies morbides.

Il faut donc chercher les moyens pratiques :

1° De dessécher l'air ;

2° De le refroidir.

§ 1. — Dessiccation de l'air.

Pour dessécher l'air, on peut, *a priori*, avoir recours à des procédés chimiques ou à des procédés physiques.

1. *Procédés chimiques.* — Les premiers, employés dans les laboratoires, consistent à faire passer l'air ambiant sur des substances avides d'eau, qui sont généralement l'acide sulfurique monohydraté ou le chlorure de calcium. Bien que ces substances puissent être régénérées par un chauffage à température peu élevée, les procédés chimiques n'ont pas reçu d'application industrielle et servent uniquement à la dessiccation des magasins à poudre, dont l'atmosphère est rarement renouvelée; nous ne les citerons donc que pour mémoire.

2. *Procédés physiques.* — Les procédés physiques, basés sur le refroidissement, sont actuellement employés sur une vaste échelle pour la dessiccation de l'air insufflé dans les hauts-fourneaux.

Supposons le milieu ambiant constitué par de l'air saturé à 30° ; dans ces conditions, la tension de la vapeur d'eau sera de 31,55 mm. Si l'on abaisse la température de la masse d'air à 0°, la tension maxima correspondante de la vapeur d'eau n'étant plus que de 4,60 mm., il en résultera que la quantité de vapeur d'eau contenue dans un mètre cube d'air ayant subi cette réfrigération, et ramené à la température de 30°, sera réduite dans la proportion $\frac{4,60}{31,55}$, soit à 1/7 environ.

Ce procédé de dessiccation par refroidissement, employé pour la première fois par Gayley en Amérique, tend actuellement à être remplacé par le procédé Steinhard, dont le principe a été exposé dans la *Revue générale des Sciences* du 30 juillet ; rappelons ici ses grandes lignes : au lieu de dessécher l'air avant sa compression, on le comprime d'abord et on le fait ensuite passer sur un refroidisseur analogue à un condenseur à surface. Le bénéfice de cette disposition est le suivant : considérons de l'air saturé à 30° C. ; la quantité d'eau contenue dans un mètre cube de cet air (supposé à la pression de 760 mm.) est de 30,2 gr. Effectuons une compression isothermique de cet air, de façon à réduire son volume de moitié ; nous condenserons 30,2 gr. de vapeur d'eau, réduisant ainsi de moitié la quantité de cette dernière contenue dans l'air insufflé dans le haut-fourneau.

Quoi qu'il en soit de ces procédés, leur étude se confond avec celle des moyens à employer pour la réfrigération et que nous allons maintenant aborder.

§ 2. — Refroidissement des locaux.

Afin de raisonner sur un cas bien déterminé, et pour pouvoir tirer de nos conclusions des résultats numériques précis, nous supposerons, dans tout ce qui va suivre, que l'atmosphère ambiante est saturée de vapeur d'eau, à la température de + 30° C. et à la pression normale de 760 mm.

Remarquons tout de suite que le refroidissement à 0° d'une masse d'air prise dans ces conditions constitue, *a priori*, une opération beaucoup plus désavantageuse soit au point de vue thermique, soit au point de vue mécanique, que le refroidissement d'une même masse d'air sec opéré dans les mêmes limites de température et de pression.

Ce fait, qui s'explique aisément par la grandeur des chaleurs latentes de volatilisation et de fusion de l'eau comparées à la chaleur spécifique de l'air sous pression constante, est nettement mis en évidence par les chiffres suivants :

Soustraction de chaleur à opérer pour ramener de 30° à 0° (l'eau restant liquide).

1. m. c. d'air sec	7.962 calories.
1. m. c. d'air saturé.	23.526 —

Compression qu'il est nécessaire de réaliser pour que l'air, après sa détente, soit à la température de 0°.

Air sec.	1,43 atmosphère.
Air saturé	1,89 —

Le problème à résoudre étant ainsi précisé, on peut, *a priori*, avoir recours à différents procédés pour le refroidissement de l'atmosphère des habitations ; mais, quels que soient ceux qu'on emploie, il va de soi que la maison organisée pour être refroidie devra toujours être construite avec des murs épais et des vérandas. Le mur épais s'impose, en effet, ici pour les mêmes raisons que dans les pays froids, puisqu'il faut réduire au minimum les échanges de chaleur entre l'intérieur et l'extérieur des locaux, le sens seul de ces échanges se trouvant inversé. L'usage de la véranda s'impose aussi avec évidence et pour les mêmes raisons que précédemment.

L'habitation refroidie aura donc extérieurement

le même aspect que l'habitation du type actuel; elle n'en différera que par la fermeture constante des ouvertures qu'elle présente.

IV. — Procédés frigorifiques.

Pour refroidir l'atmosphère des locaux, on peut recourir à deux sortes de dispositifs : l'un consistera à faire circuler l'air des pièces de l'habitation au contact d'un corps froid, tandis que, dans l'autre, on produira de l'air froid par la détente

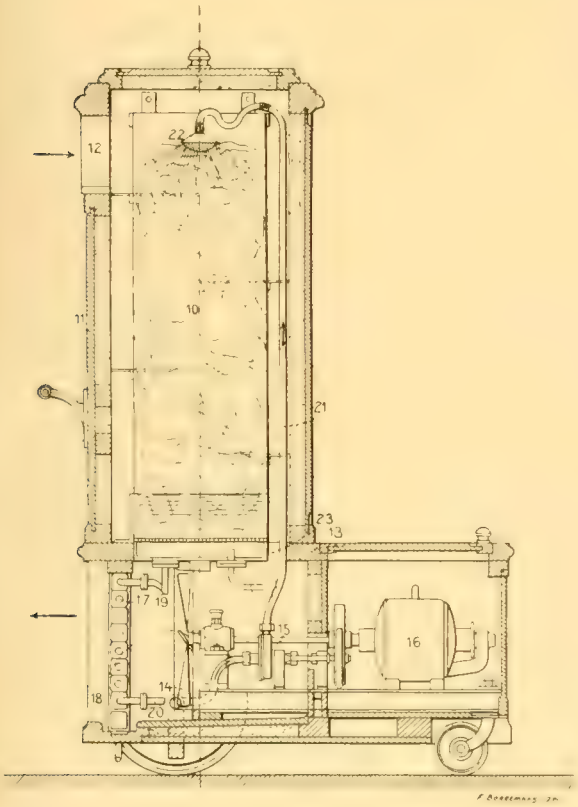


Fig. 4. — *Poêle à froid Douane.* — 10, réservoir à glace; 11, coffre du réservoir; 12, entrée de l'air à réfrigérer; 13, coffre inférieur; 14, ventilateur; 15, pompe centrifuge; 16, dynamo; 17, radiateur; 18, sortie de l'air réfrigéré; 19, 20 et 21, tuyaux de circulation de l'eau de fusion; 22, distributeur.

adiabatique d'une masse d'air à la température extérieure et préalablement comprimée.

§ 1. — Refroidissement par contact.

Ce dispositif se subdivise lui-même en deux classes, suivant que le froid est produit à distance ou sur place. Dans le premier cas, on aura recours à une masse de glace ou à un serpentin parcouru par un fluide maintenu à basse température par une machine frigorifique.

1. *Poêle à glace.* — Le poêle à glace, dont l'usage est déjà quelque peu répandu en Amérique, est le type des appareils de la première catégorie. Voici la description sommaire d'un de ces derniers appareils (fig. 4) :

Il consiste essentiellement en un réservoir vertical (10), que l'on peut charger de glace par le haut en enlevant le tampon de fermeture du coffre (11) qui entoure l'appareil. Entre ce réservoir et le coffre (11) se trouve une région où l'air peut circuler pour se réfrigérer au contact des parois du réservoir; l'air arrive par l'ouverture (12), qui est mise en communication avec la partie haute du local à réfrigérer.

Le réservoir (10) et son coffre (11) sont placés sur un coffre (13), contenant un ventilateur (14), une petite pompe centrifuge (15) et une dynamo (16), cette dernière donnant le mouvement au ventilateur et à la pompe.

Sous l'impulsion du ventilateur (14), l'air aspiré par l'ouverture (12) sort du coffre (11) par l'orifice (23); cet air est ensuite refoulé à travers un radiateur (17), qui est parcouru par l'eau de fusion de la glace, de telle sorte que l'air, déjà en partie refroidi par son contact avec la paroi du récipient à glace (10), achève de se réfrigérer par son passage sur le radiateur (17).

La circulation de l'eau dans le radiateur se fait au moyen de la jonction de ce dernier avec le dessous du récipient à glace (10) par l'intermédiaire du tuyau (19); l'autre extrémité du radiateur est reliée par le tuyau (20) à l'aspiration de la petite pompe centrifuge (15), qui remonte cette eau de fusion par le tuyau (21).

Cette eau se répand ensuite par le distributeur (22) sur la glace du récipient (10). L'air réfrigéré sort enfin par l'ouverture (18) qui communique avec la partie basse du local.

La contenance du récipient à glace du modèle ci-dessus étant de 60 dm. c., soit 50 kilogs de glace environ, il résulte que l'appareil pourra ramener à 0° environ 178 m. c. d'air (saturé à 30°).

Pratique pour de petits locaux isolés, l'appareil précédent ne saurait, cependant, être employé au refroidissement de vastes ou de nombreux locaux, en raison des sujétions de toutes sortes entraînées par le transport et la conservation de la glace et des pertes résultant de la fusion de celle-ci.

Supposons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse de refroidir et de dessécher l'atmosphère d'une salle d'hôpital de 180 m. c., habitée par 5 personnes, et que la glace soit au prix de 0 fr. 05 le kilog. En supposant que l'on renouvelle l'atmosphère de la salle à raison de 300 m. c. par personne et par vingt-quatre heures, l'installation en question coûterait environ 4 fr. 50 par jour et par personne, en tenant compte de l'énergie mécanique absorbée par le fonctionnement du poêle (5 chevaux-heures par jour, soit 0 fr. 30, en décomptant le cheval-heure à 0 fr. 06 et ayant égard au rendement de la dynamo). D'autre part, le nombre de frigories libérées par le relèvement de la température du récipient de 0 à + 25° serait d'environ 26.000, quantité suffisante pour maintenir une différence de température de 5° entre l'extérieur et le local, en supposant les murs de ce dernier convenablement organisés.

2. *Circulation de l'air autour d'un serpentin parcouru par un fluide à basse température.* — Ce

procédé est celui qui est actuellement employé par l'industrie pour le refroidissement des locaux servant à la conservation des viandes ou à diverses opérations nécessitant l'obtention de basses températures (telles que, par exemple, le démoulage du chocolat).

Dans une grande installation de ce genre, et en décomptant le prix du cheval-heure à 0 fr. 06, on trouve que le prix de revient des 26.000 frigories employées dans l'exemple cité plus haut serait d'environ 2 fr. 35[1], soit 0 fr. 47 par personne et par jour. Ce procédé apparaît donc, au premier abord, comme relativement peu coûteux, dans les hypothèses où nous nous sommes placé et qui sont réalisables dans beaucoup de nos colonies, notamment en Indo-Chine et à Dakar; de ce fait, il est actuellement employé aux Etats-Unis dans un certain nombre de grandes villes. La *Revue* a d'ailleurs déjà attiré l'attention de ses lecteurs sur ce point[2]. Il ne semble toutefois pas que le froid ainsi distribué serve au rafraîchissement de locaux habités, et il est vraisemblable qu'il est surtout employé à la réfrigération de chambres destinées à la conservation de matières alimentaires. Or, nous verrons plus loin la différence capitale qui existe entre la solution de ces deux problèmes, tout au moins dans les conditions précises que nous avons envisagées.

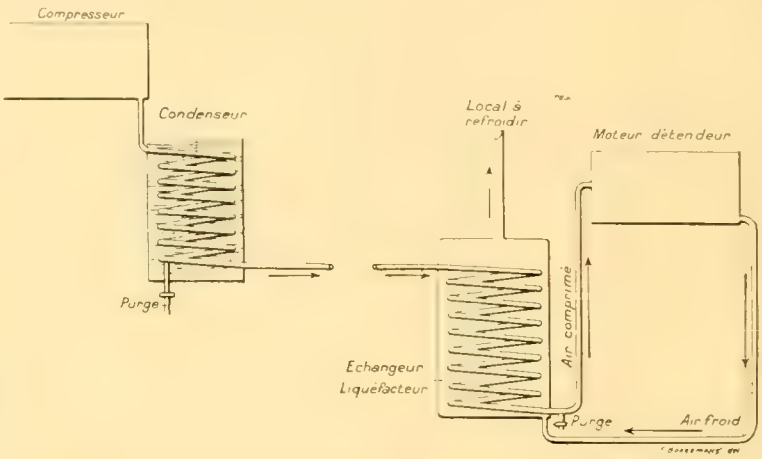


Fig. 5. — *Schéma d'une installation de réfrigération par l'emploi de l'air comprimé.*

§ 2. — Emploi de l'air comprimé.

L'air comprimé, sous une pression relativement peu élevée, peut produire, par détente adiabatique, un abaissement considérable de sa propre température, en même temps qu'un certain travail mécanique. Schématiquement, une installation du genre de celle que nous avons en vue comprendrait donc, *a priori*, les organes essentiels suivants :

1° Un moteur actionnant un compresseur d'air;

2° Une conduite reliant le compresseur à l'appareil de détente;

3° L'appareil de détente, au sortir duquel l'air froid se répandra dans les locaux à refroidir.

Il convient, toutefois, de remarquer qu'une installation réduite à ces seuls organes aurait un fonctionnement des plus défectueux, par la raison que la neige provenant de la condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air obstruerait rapidement les orifices du tiroir du moteur qui constitue l'appareil de détente. Avec les moteurs à air comprimé employés dans l'industrie, on se met à l'abri de cette cause de non fonctionnement en réchauffant la boîte du tiroir à l'aide d'une source de chaleur (becs de gaz, pétrole, etc.). Dans le cas présent, comme il ne faut pas songer à l'emploi d'un tel procédé, il sera donc nécessaire de condenser la vapeur d'eau contenue dans l'air avant l'admission de celui-ci dans le cylindre ou la turbine. Il semble qu'il soit aisé d'y parvenir ainsi qu'il suit :

L'air, comprimé à n atmosphères, traverse à la sortie du compresseur un serpentin entouré par une masse d'eau à la température ambiante θ. Dans ces conditions, la tension maxima de la vapeur d'eau qu'il contient étant celle qui correspond à la température θ, il en résulte que l'air comprimé ne gardera qu'une fraction $1/n$ de la vapeur d'eau qu'il contenait primitivement. C'est l'application du procédé Steinhardt, décrit plus haut.

On se débarrassera enfin de cette dernière fraction résiduelle $1/n$ de la vapeur d'eau originelle, en faisant circuler l'air sortant de l'appareil de détente autour de la conduite d'amenée au moteur; dans ce dernier dispositif, on reconnaît le principe des échangeurs employés dans les appareils pour la liquéfaction des gaz.

L'installation définitive serait donc organisée schématiquement ainsi qu'il suit (fig. 5).

En employant pour moteur récepteur une turbine ou un moteur rotatif, dont la marche silencieuse n'exige pour ainsi dire aucune surveillance en raison de l'extrême simplicité du mécanisme, il

[1] Ce chiffre a été obtenu en supposant : 1° une consommation de 1 kilog de charbon par cheval-heure; 2° un rendement de 800 frigories utilisables par kilog de charbon; 3° que le prix de revient du cheval-heure (frais généraux et amortissements compris) est double de la dépense de combustible; 4° que la dépense pour l'énergie de ventilation est la même que celle ci-dessus calculée.

[2] Voir le numéro du 15 juin 1906 : Distribution du froid à domicile.

paraît possible d'envisager l'emploi d'une telle installation dans une maison.

Il reste à considérer les avantages et les inconvénients de ce système par rapport à ceux qui utilisent la circulation d'un fluide incongelable ou d'un gaz liquéfié sous pression, dont la détente se produirait dans un appareil placé dans le local à refroidir.

Au point de vue économique, l'emploi de l'air comprimé pour la production du froid est aujourd'hui presque totalement abandonné en raison de son faible rendement économique.

Alors, en effet, que le rendement d'une bonne machine frigorifique à air (non pourvue de refroidisseur à air) n'atteint guère que 350 à 400 calories par cheval-heure indiqué, les machines à gaz liquéfiable fournissent aisément, dans les mêmes conditions, des rendements de 1.800 frigories. Mais on ne doit pas perdre de vue que ces chiffres supposent que la température de l'eau de circulation est voisine de 10°.

Si cette température s'élève, la disproportion existant entre les rendements de ces deux genres de machines diminue très rapidement, ainsi qu'il est aisé de s'en rendre compte par les considérations suivantes :

En ce qui concerne les machines frigorifiques à air, il est clair que le travail moteur est, toutes choses égales d'ailleurs, à peu près indépendant de la température de l'air extérieur. D'autre part, la puissance frigorifique d'une masse d'air soumise à une détente déterminée varie également fort peu.

Soit, en effet : $\gamma = 1{,}41$ le rapport des chaleurs spécifiques sous pression et volume constants (T, P), (T_0, P_0) la température absolue et la pression d'une masse d'air assujettie à une détente adiabatique ; on a la relation :

$$\frac{T}{T_0} = \frac{P}{P_0}^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} ;$$

d'où

$$T = T_0 \frac{P}{P_0}^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} .$$

En supposant constante, dans l'intervalle de température considéré, la chaleur spécifique de l'air sous pression constante, la puissance frigorifique est proportionnelle à :

$$T - T_0 \quad \text{ou à} \quad Q = T_0 \left[1 - \frac{P}{P_0}^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right].$$

Effectuons les calculs en supposant $\frac{P}{P_0} = 2$ et en donnant à T_0 les valeurs successives $(273 + 10°)$ et $(273 + 30°)$; on trouve qu'à la température

$$T_0 = 283° \ (t = 10°), \quad Q = 51°,6,$$

et qu'à

$$T° = 303° \ (t = 30°), \quad Q = 56°,$$

Ainsi la température ambiante variant de $+ 10°$ à $+ 30°$, $T - T_0$ ne varie que de 4°4, et cette variation est de signe tel que le rendement frigorifique augmente légèrement avec la température extérieure. Comme il n'a pas été tenu compte des résistances passives qui, dans l'espèce, sont considérables, nous nous bornerons à admettre que le rendement n'a pas changé.

Examinons maintenant l'influence du changement de température sur le rendement de la machine à gaz liquéfiable.

La température de l'eau de circulation augmentant de 10° à 30°, la tension de vapeur de l'agent frigorifique employé augmente également. Ainsi, pour l'ammoniaque, elle passe de 6,07 kilogs à 11,62 kilogs par centimètre carré. C'est-à-dire qu'elle double presque. Il en est sensiblement de même pour les autres corps frigorifiques employés. Comme conséquence, le travail du compresseur augmente dans une proportion du même ordre. En tenant compte des résistances passives et de la variation positive de la quantité de chaleur totale du gaz liquéfié, on admet dans la pratique qu'à la variation de température considérée correspond une diminution du rendement au moins égale à 60 %[1]. Admettons ce dernier chiffre ; il en résulte qu'à la température de 30°, le rapport du rendement des deux engins n'est plus que de $\frac{35}{72}$, soit environ 0,51. La différence entre les rendements apparaît donc encore comme notable. En réalité, et pour le but que nous avons en vue, il n'en est rien, pour la raison suivante : Dans le procédé de refroidissement basé sur l'emploi de la détente de l'air comprimé, l'air envoyé dans les locaux pour les refroidir et les ventiler est sec, tandis que, dans le procédé basé sur l'emploi d'un fluide frigorifique, l'air insufflé dans l'habitation est pris à l'extérieur et se trouve, par conséquent, chargé de vapeur d'eau. Il en résulte qu'au passage de l'air humide sur le frigorifère, cet appareil doit lui céder, outre les frigories qu'exige le refroidissement des locaux, celles qui sont nécessaires pour le refroidissement et le changement d'état de la vapeur d'eau contenue dans l'air ; or, il est bien évident que cette soustraction de chaleur constitue un déchet.

Ainsi, dans l'hypothèse où nous nous sommes placé (air saturé à $+ 30°$), la quantité de frigories ainsi inutilisée est très loin d'être négligeable. Supposons, en effet, que le fluide circulant dans le frigorifère soit à $- 12°$ et que le refroidissement du local soit obtenu en y envoyant un volume d'air égal au volume minimum exigé pour la vie de ses habitants, c'est-à-dire 300 mètres cubes par jour

[1] Ce chiffre est un minimum absolu.

et par personne[1] : la quantité de chaleur soustraite par le passage de la vapeur d'eau de + 30° à — 12° sera de 21 calories par mètre cube d'air extérieur, alors que le refroidissement de l'air sec contenu dans le mètre cube en question n'exigera que 12 calories.

Il résulte donc de ces chiffres que, sur 43 calories fournies par le frigorifère, 12 seulement seront utilisées directement ; l'emploi de l'air comprimé apparaît, par suite, ici comme plus économique que celui d'un fluide incongelable circulant dans un frigorifère, ou d'un gaz liquéfié sous pression dont la détente se produirait dans un appareil placé à l'intérieur du local à refroidir.

Il convient toutefois de ne pas perdre de vue que nous avons admis pour valeur du rendement de notre installation 350 frigories par cheval-heure indiqué. Or, ce chiffre suppose l'utilisation du travail de détente de l'air comprimé.

Dans les machines frigorifiques à air, le détendeur et le compresseur sont, en effet, groupés sur le même bâti et le travail moteur de la détente vient en atténuation du travail résistant absorbé par la compression. Ici, il ne saurait en être de même, puisque l'installation du détendeur se trouve à proximité du local à refroidir. Afin de récupérer l'énergie produite par cette machine, la seule solution consiste donc à lui accoupler une dynamo et à relier le groupe électrogène ainsi constitué à la canalisation d'une distribution d'énergie.

Ainsi, dans une installation du genre de celle que nous avons en vue, la distribution du froid à domicile serait forcément connexe d'une distribution d'énergie électrique.

La distribution du froid à domicile à l'aide de l'air comprimé nous semble, d'ailleurs, offrir encore d'autres avantages sur les systèmes dont il a été parlé plus haut. Tout d'abord, l'installation de l'usine centrale est extrêmement simple, puisqu'elle se réduit, en outre de l'appareil moteur, à un simple compresseur complété par le condenseur d'humidité à circulation d'eau.

De plus, la conduite est unique au lieu d'être double ou même triple, comme le cas se présente dans certaines installations américaines utilisant la détente directe de l'ammoniaque[2]. Enfin, le fluide qui circule dans la conduite étant à la température extérieure, les pertes par conductibilité sont supprimées *ipso facto*, et l'on n'a pas à se préoccuper de l'isolement calorifique de la conduite.

Cette même circonstance simplifie encore le montage des conduites, qui, dans le cas d'un fluide refroidi, peuvent être assujetties à de très grandes variations de température selon que l'installation est au repos ou en fonctionnement.

A la vérité, cet inconvénient est évité par l'emploi de l'ammoniac liquéfié ; mais, dans ce cas, les tuyaux peuvent subir des pressions extrêmement élevées aux hautes températures (> 12 kilogs). A ces divers avantages de l'air comprimé, il convient encore d'ajouter celui qui résulte du fait que l'installation à l'air comprimé n'exige pas de ventilateur, dont l'emploi est nécessaire dans l'autre solution pour l'appel de l'air extérieur et sa circulation à travers le frigorifère.

Ainsi donc, et dans le cas où nous nous sommes placé, la supériorité de l'air comprimé semble acquise sans conteste.

V. — Calcul du refroidissement d'un local par l'air comprimé.

Proposons-nous maintenant, à titre d'exemple, de préciser les conditions économiques dans lesquelles pourrait s'effectuer le refroidissement d'un local de 240 m. c. de capacité, constitué par 3 pièces de $5^m,10 \times 4^m,50 \times 3^m,50$, habitées chacune par une personne. Nous admettrons, en outre, que, l'atmosphère étant toujours supposée saturée à + 30°, les parois du local sont constituées de telle façon que le flux calorique qui les traverse est de 1 calorie par mètre carré, par heure et par degré de la différence de température existant entre l'intérieur du local et l'extérieur[1].

En admettant qu'on envoie quotidiennement, dans le local en question, un cube d'air de 600 m. c. par personne, le cube d'air total fourni par vingt-quatre heures sera de 1.800 m.c.

En supposant encore que la pression de l'air à son admission dans le moteur soit de 2 kilogs par centimètre carré, et qu'il ait été refroidi à 30° à sa sortie du compresseur, il en résulte que cet air, primitivement saturé à la pression atmosphérique, perdra par condensation la moitié de la vapeur d'eau qu'il contenait d'abord. Après la détente supposée adia-

[1] Ce chiffre se justifie aisément ainsi qu'il suit : Admettons que la teneur de l'atmosphère du lieu en acide carbonique soit de 0,0004. On sait que la teneur maxima de ce gaz ne saurait dépasser 0.002 sans amener des troubles physiologiques. D'autre part, et d'après les expériences de Barral, un homme produit en une heure 60 gr. de vapeur d'eau et 20 d'acide carbonique. A la teneur limite de 0,002 pour ce dernier gaz, correspondra donc un volume de 300 m.c. d'air, en tenant compte de l'acide carbonique qui était primitivement contenu dans l'air de l'atmosphère.

Voir à ce sujet la *Revue de Mécanique*, mars 1906.

[1] On a pris le chiffre relativement élevé de 1 calorie pour tenir compte de l'ouverture des portes. La présence des habitants équivaut, d'ailleurs, à une production d'environ 90 calories par heure.

On trouvera dans l'ouvrage de Marchis : Production et utilisation du froid, au chapitre : Coefficients de transmission de la chaleur par quelques isolants composés (p. 216), les valeurs des coefficients relatifs à quelques murailles. L'un d'eux atteint la valeur très faible 0,14.

batique, le calcul montre que la température finale de l'air au sortir du moteur est de — 18°5.

D'autre part, le poids d'air fourni par minute au moteur est de 1 kg. 616. La chaleur spécifique de l'air sous pression constante etant de 0,238, il en résulte que l'absorption de chaleur qui s'opère dans le moteur pendant le même temps est de 1,616 × 48,5 × 0,238 calories, ce qui correspond, en vertu du principe de la conservation de l'énergie, à un travail mécanique de 7.938 kilogramètres ou à une puissance de 1 cheval 80 environ.

Pour tenir compte des résistances passives, nous admettrons qu'à cette puissance nominale correspond une puissance indiquée moitié moindre, soit 0 cheval 900.

En prenant, comme on le fait habituellement[1] : 0,80 pour le rendement dynamique du compresseur, 0,95 pour celui de la canalisation, 0,45 pour celui de la réceptrice supposée utiliser la détente complète de l'air qu'elle utilise, on trouve un rendement global de 0,34, soit 1/3 environ ; la réceptrice ayant une puissance de 0 cheval 900, la puissance correspondante du compresseur serait donc, d'après ce procédé, de 0,900 × 3 = 2 chevaux 700 environ.

Admettons maintenant : 1° que cette puissance soit fournie par un moteur à gaz pauvre de grande puissance consommant 0 kilog 700 de charbon maigre par cheval-heure effectif et que le prix de ce combustible soit de 45 francs la tonne ; 2° que les dépenses afférentes aux frais généraux et à l'amortissement de l'installation représentent une somme double de la dépense de combustible.

Dans ces conditions, la dépense afférente à la fourniture journalière des 1.800 mètres cubes d'air refroidi sera de 6 fr. 12.

Il convient toutefois de défalquer de cette somme la valeur de l'énergie électrique récupérée par l'intermédiaire de la réceptrice et de la batterie d'accumulateurs, valeur que nos calculs nous permettent d'estimer à 2 fr. 80 par jour.

En défalquant cette somme de la dépense journalière afférente à la fourniture d'air comprimé, on voit que le prix de revient réel du refroidissement du local en question sera de : 6,12 — 2,80 = 3 fr. 32, soit 1 fr. 10 par personne par jour. Etant données les bases très larges admises dans le cours de notre calcul, ces chiffres constituent évidemment un maximum ; on peut donc conclure de ce qui précède à la possibilité économique et pratique du refroidissement des locaux.

Supposons que notre local ait ses trois pièces contigües par leur plancher ou par leur plafond avec un local également refroidi. La surface totale de réchauffement sera de 200 mètres carrés environ. Les murs étant supposés constitués comme il a été dit, le calcul montre que l'abaissement de température obtenu est d'environ 6°.

VI. — Conclusion.

Ainsi, d'après les données numériques que nous venons d'obtenir et qui nous paraissent constituer une base sérieuse de discussion, il apparait possible de réaliser pratiquement, dans la plupart de nos colonies, une habitation coloniale dans laquelle l'habitant sera mis à l'abri de l'action déprimante de la température et de l'humidité du climat. Dans les régions chaudes et humides, ce qui est le cas de la majeure partie des régions tropicales, il y aura, en général avantage, à avoir recours au procédé que nous venons d'exposer. Dans les régions chaudes et sèches, comme le Soudan septentrional, on pourrait donner la préférence aux machines à gaz liquéfiables.

Le prix de revient relativement peu élevé du refroidissement des locaux d'habitation obtenu dans les conditions données plus haut peut paraître surprenant ; mais il s'explique facilement par le fait que l'abaissement de température à réaliser sera en général très inférieur à la différence de température qu'il est nécessaire de maintenir l'hiver dans nos climats entre l'intérieur et l'extérieur des maisons pour obtenir un chauffage suffisant.

En ce qui concerne l'emploi de l'air comprimé, il n'est pas inutile de signaler qu'une installation semblable à celle dont nous venons d'étudier les grandes lignes fonctionne à Paris, dans le sous-sol de la Bourse du Commerce, par les soins de la Compagnie Parisienne de l'Air comprimé.

L'air comprimé, fourni par une usine centrale éloignée, actionne un moteur à air, qui charge une batterie d'accumulateurs ; l'énergie électrique emmagasinée est utilisée pour l'éclairage des locaux de la Bourse, tandis que l'air froid provenant de l'échappement des moteurs est envoyé dans les locaux du sous-sol, loués à des commerçants qui y conservent des denrées alimentaires, sujettes à s'avarier rapidement sous l'action de la chaleur (poissons, viandes, etc.).

Pratiques et possibles au point de vue technique, le refroidissement et la dessiccation de l'air des locaux sont encore réalisables au point de vue économique, en ayant recours à une installation d'ensemble suffisamment vaste. Il faut donc espérer que l'on verra, un jour ou l'autre, tenter une application qui nous paraît de nature à changer complètement les conditions physiques de l'habitat de l'Européen dans les pays tropicaux.

Cᵗ P. Bourgoin,
Chef d'escadron d'Artillerie coloniale.

[1] Gouilly : *Air comprimé* (Encyclopédie des Aide-Mémoire).

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Eginitis (Démétrius), *Directeur de l'Observatoire d'Athènes.* — **Annales de l'Observatoire national d'Athènes** — *Tome IV.* — 1 *vol. in-4° de* 580 *pages. Imprimerie royale, Athènes*, 1907.

Le tome IV, que vient de distribuer l'Observatoire d'Athènes, continue la série inaugurée par son distingué directeur, M. D. Eginitis, en 1898. Le plan d'exposition reste le même que celui des volumes I et II, analysés dans cette *Revue* en 1900[1]; la première partie, sous le titre Mémoires, met en œuvre les observations détaillées avec soin dans la deuxième partie.

Bien que l'Observatoire soit pourvu d'instruments astronomiques, ses *Annales* restent consacrées à la Météorologie et à la Physique terrestre. Le volume actuel débute par un important Mémoire sur les *éléments du magnétisme terrestre à Athènes* pendant les années 1900-1903. Un historique très complet rappelle le nom du « grand bienfaiteur de l'Observatoire, feu André Syngros », les travaux de réorganisation, dus à l'énergie du directeur et au concours dévoué de la Marine grecque, et les premiers observateurs Abbadie, de Bernadières, Hartl, etc.

Les méthodes employées et suivies sont celles du Bureau Central Météorologique de France; les instruments, appareils à lecture directe et enregistreurs, construits à Paris, ont été vérifiés par M. Moureaux, l'éminent apôtre des études magnétiques en France.

Une suite de tableaux bien disposés groupe les moyennes de 1900 à 1903 pour la déclinaison, l'inclinaison, la composante horizontale, etc., ainsi que la répartition des perturbations mensuelles et horaires.

De même que la plupart des anciennes stations magnétiques, l'Observatoire d'Athènes n'échappe pas à l'influence du voisinage des courants industriels et des nouvelles lignes de locomotion. Depuis septembre 1904, les appareils enregistrent avec régularité l'arrivée et le départ des trains de la station du Thésée à Athènes.

L'étude des étoiles filantes, — si fructueuse, en Angleterre, avec M. Denning, malgré des conditions plutôt défavorables, — s'impose sous le ciel si lumineux de la Grèce. M. D. Eginitis l'a heureusement compris et un nouveau Mémoire vient s'ajouter à ceux qu'il a déjà publiés aux tomes II et III. Sur ce sujet si plein d'imprévu, aucune recherche importante ne pourra se faire désormais sans consulter les *Annales de l'Observatoire d'Athènes.*

La Sismologie est la science du jour; elle accapare l'attention, même en France, où cependant ses effets sont peu sensibles. La Grèce, avec son sol instable, offre une série de stations presque aussi intéressantes que celles de l'Italie du Sud.

Dans l'*Etude sur les séismes survenus pendant les années* 1900-1903, M. D. Eginitis classe et groupe les phénomènes observés directement et observés par des sismographes italiens du système de M. Agamemnone. Ces appareils sont installés à Athènes, Calamata, Chalcis, Zante et Egion. Le premier fonctionne depuis juin 1899, le dernier n'a été établi qu'en 1903.

L'historique et l'organisation du Service géodynamique ont été rapportés au tome II. Signalons ce résultat, déjà obtenu dans les statistiques antérieures, « qu'il n'y a pas de liaison sensible entre les phases de la Lune et les tremblements de terre; les paroxysmes séismiques ont lieu tantôt aux syzygies et tantôt aux quadratures lunaires ». Au contraire, il semblerait que les séismes sont plus nombreux à l'aphélie qu'au périhélie de l'orbite terrestre : 529 dans le premier cas, contre 307 dans le second. Là encore, M. D. Eginitis retrouve la confirmation d'idées qu'il a émises dans la discussion de la série 1893-1898.

Le fonctionnement régulier des Services magnétique et sismique a permis de relever une particularité très intéressante le 8 mai 1902, jour de la catastrophe de la Martinique. Une perturbation magnétique très sensible fut observée simultanément à Athènes et à Paris pendant l'éruption de la Martinique. Au contraire, le sismographe, système Agamemnone, n'a montré pendant le même temps absolument aucune agitation, tandis qu'il a donné jusqu'ici des traces très nettes d'un grand nombre de tremblements de terre très faibles, alors que les courbes magnétiques ne montraient pas la moindre agitation.

« Il en résulte donc, vu aussi la simultanéité du phénomène à Paris et à Athènes, que cette perturbation doit être de nature magnétique ou électrique. »

Un Mémoire étendu de M. Basile Eginitis : « Recherche sur les étincelles électriques », et une Note du même auteur « Sur le phénomène de suspension » complètent la première partie.

Les observations magnétiques, météorologiques et sismiques d'Athènes et des stations qui y sont rattachées composent la seconde.

Ce volume de près de 600 pages est le fruit d'un travail considérable et fait le plus grand honneur à l'activité scientifique de l'Observatoire d'Athènes et de son zélé directeur, M. D. Eginitis. Tous les amis de la Science lui seront reconnaissants d'avoir créé une Station de physique terrestre qui rivalise heureusement avec les plus appréciées.

A. Lebeuf,
Directeur de l'Observatoire de Besançon.

2° Sciences physiques

Von Rohr (M.). — **Die Theorie der optischen Instrumenten. I. Die Bilderzeugung in optischen Instrumenten vom Standpunkte der geometrischen Optik.** (Théorie des instruments d'optique. I. Formation des images dans les instruments d'optique au point de vue de l'optique géométrique), *par les collaborateurs scientifiques de l'Etablissement Carl Zeiss.* — 1 *vol. in-8° de* 587 *pages, avec* 133 *figures.* (*Prix*: 22 fr. 50.) *Springer, Berlin.*

Les dernières années du xixe siècle ont été signalées par des progrès considérables dans la construction des instruments d'Optique. De nombreux physiciens et géomètres ont contribué à édifier l'Optique géométrique sous sa forme actuelle. Sans méconnaître leur mérite, on peut dire que la plus grande part, dans cette œuvre, surtout dans la réalisation pratique, revient au professeur Abbe. Professeur à l'Université d'Iéna, véritable fondateur de l'Etablissement Carl Zeiss, Abbe est l'auteur d'un grand nombre de travaux dont la valeur scientifique ne le cède en rien à la valeur technique. Cependant ces travaux sont moins connus, en dehors des milieux directement intéressés, qu'on ne pourrait le croire d'après leur importance. Savant aussi modeste que distingué, étranger à toute idée de réclame, Abbe n'avait jamais songé à les rassembler, et beaucoup n'avaient vu le jour que dans des publications peu répandues. Sur d'autres même, on ne possédait que des notes recueillies par les auditeurs de ses cours.

En 1893, un collaborateur d'Abbe, le Dr Czapski, avait

[1] *Revue générale des Sciences*, t. XI, p. 1107.

écrit, d'accord avec lui, un résumé de ses théories dans le *Handbuch der Physik* de Winkelmann.

Depuis lors, Abbe lui-même et les jeunes physiciens qu'il avait groupés autour de lui dans l'Etablissement Carl Zeiss ont ajouté beaucoup à l'œuvre primitive. Une nouvelle édition du livre de Czapski fut récemment publiée par les soins du Dr Eppenstein, mais les limites imposées à l'auteur ne lui permirent pas de donner à son exposition tout le développement qu'elle comportait. Avec l'approbation d'Abbe, on décida de faire un ouvrage d'ensemble, en confiant à chacun des collaborateurs la rédaction des parties du sujet qui lui étaient le plus familières.

Le traité y a perdu un peu d'unité didactique; mais, dans l'espèce, ce défaut est de minime importance; ce n'est pas un livre d'enseignement et il s'adresse à des lecteurs déjà familiarisés avec les théories classiques.

Le volume I comprend dix chapitres.

Le chapitre I (Siedentopf) établit la légitimité de l'Optique géométrique.

Les lois de la propagation de la lumière peuvent se déduire de la théorie des ondulations par voie de conséquences purement mathématiques, mais il est loisible aussi de considérer comme des faits expérimentaux:

1° La propagation rectiligne de la lumière;

2° L'indépendance des différentes parties d'un faisceau lumineux;

3° La réflexion régulière;

4° La réfraction régulière.

Ces lois ont une signification purement géométrique. La validité de la première est, en toute rigueur, limitée par les phénomènes de diffraction. Mais cette restriction n'en diminue guère l'importance pratique. L'expérience prouve, en effet, que, sous la plupart des rapports, un faisceau de section finie se comporte comme s'il était constitué par des rayons rectilignes se propageant indépendamment l'un de l'autre.

Cette propagation obéit à un certain nombre de théorèmes généraux, entre autres au théorème de Malus. D'après ce dernier, un faisceau de rayons jouit de toutes les propriétés que possèdent les normales à une surface dont la courbure est continue.

En particulier, si l'on imagine un plan mené par un rayon a quelconque, ce plan coupe la surface orthogonale suivant une courbe. Si l'on fait tourner le plan autour du rayon, cette courbe présentera généralement en son point d'intersection avec a une courbure variable avec l'azimut. Il existe deux courbes (sections principales) pour lesquelles la courbure est maximum ou minimum, et ces deux sections sont rectangulaires. Les normales voisines de a sont des rayons voisins de a, qui, en général, ne le rencontrent pas. Seules, celles dont le pied est sur une courbe principale se coupent au centre de courbure.

Si l'on appelle *foyer* le point de concours des rayons infiniment voisins, on voit qu'il existera sur chaque rayon deux foyers principaux représentés par les centres de courbure des sections principales de la surface orthogonale menées par ce rayon. Dans le cas particulier où la courbure de la surface en son point d'intersection avec le rayon est constante, et dans ce cas seulement, *tous* les rayons infiniment voisins concourent en un même point.

Les rayons dont les pieds se trouvent sur une même ligne de courbure de la surface se coupent l'un l'autre successivement en des points différents. Le lieu des points d'intersection de deux rayons infiniment voisins, ou, par définition, l'enveloppe de ces rayons, est la *caustique*. L'ensemble des caustiques correspondant aux différentes lignes de courbure constitue la surface caustique. Comme il existe, en général, sur chaque surface, deux familles de lignes de courbure, il existe aussi deux surfaces caustiques ou focales, et tout rayon est une tangente commune à ces deux surfaces.

Le chapitre II (König et von Rohr) est consacré aux formules de calcul, dans le cas des systèmes centrés.

Le procédé suivi est un procédé d'approximation successive qui rappelle les procédés du calcul astronomique.

Un faisceau est défini par son rayon principal : c'est celui qui passe par le centre de gravité du faisceau considéré comme un corps solide. La marche de ce rayon est calculée par rapport à l'axe du système et ensuite celle des autres rayons du faisceau rapportée à ce rayon principal par les méthodes de variation.

Des formules générales permettent de déterminer les caractéristiques d'un rayon après la réfraction à travers la $(n+1^e)$ surface, quand on connaît ces caractéristiques au sortir de la n^e surface.

Chapitre III (Wandersleb). Théorie géométrique de la représentation optique daprès Abbe.

Cette étude est fondée sur les propriétés purement géométriques des représentations conformes, sans avoir égard en quoi que ce soit à la réalisation physique. On suppose simplement qu'un faisceau homocentrique dans l'un des espaces correspond à un faisceau homocentrique dans l'autre espace.

Les formules générales qui expriment les coordonnées d'un point du premier espace en fonction des coordonnées du point correspondant dans le second espace, se réduisent à des formes très simples par un choix convenable des plans coordonnés.

La représentation est directe ou inverse suivant que l'image d'un système droit d'axes trirectangulaires est un système droit ou gauche.

Cette théorie des représentations conformes conduit à la définition des mêmes points cardinaux que la théorie de Gauss.

Chapitre IV (Culmann). Réalisation de la représentation optique : propriétés fondamentales des lentilles et systèmes de lentilles.

On considère d'abord des faisceaux très déliés, quasi-normaux : des formules dues à Seidel établissent une relation entre deux rayons voisins de l'axe qui traversent un même système.

Si le faisceau est oblique et qu'il y ait une seule surface réfringente, un faisceau astigmatique peut être considéré de deux manières comme un faisceau plan, dans le plan d'incidence ou dans le plan perpendiculaire. Les lois de la représentation conforme sont applicables, quand l'incidence est oblique, à deux bandes infiniment étroites situées dans ces plans (sections principales).

En général, il est impossible de passer directement des formules établies pour une surface unique aux formules convenant à un nombre quelconque de surfaces, parce que les sections principales dans la région-image de la p^e surface ne coïncident pas avec les sections principales de la région-objet de la $(p+1^e)$.

La théorie devient très compliquée : aussi se borne-t-on au cas où le système est centré et où l'axe du faisceau rencontre celui du système.

Chapitre V (König et von Rohr). Théorie de l'aberration sphérique.

La théorie de Gauss suppose que les puissances de l'angle d'ordre supérieur au premier sont négligeables. Si l'on tient compte des termes suivants dans les développements des coordonnées qui définissent le rayon, ces termes représentent l'aberration et le degré le plus faible de ces termes est l'ordre de l'aberration. On distingue cinq sortes d'aberration :

1° La courbure du champ : les rayons issus de points situés dans un plan perpendiculaire à l'axe se coupent en des points qui ne sont pas dans un même plan parallèle au premier;

2° La distorsion : l'agrandissement (rapport d'un segment perpendiculaire à l'axe à son image) varie avec l'inclinaison des rayons;

3° L'astigmatisme : l'image d'une surface de révolution autour de l'axe du système se compose de deux surfaces de révolution, l'une formée par les faisceaux tangentiels (situés dans un méridien), l'autre formée

par les faisceaux équatoriaux (situés dans un plan perpendiculaire à un méridien);

4° L'aberration en queue de comète : l'aberration longitudinale dépend de la première puissance de l'ouverture et change par conséquent de signe en même temps que cette dernière : l'ensemble des rayons se resserre sur l'un des côtés du rayon principal, d'où il résulte dans le plan méridien une dissymétrie ;

5° L'aberration en gouttière : les rayons du faisceau situés dans un plan perpendiculaire au méridien ne coupent plus l'axe au même point quand l'ouverture devient notable.

L'étude analytique de ces aberrations est poussée jusqu'à l'aberration du troisième ordre.

Chapitre VI (König). Théorie de l'aberration chromatique.

La différence de réfrangibilité des radiations provoque une aberration chromatique longitudinale et une transversale. Le système étant supposé achromatisé pour deux couleurs, on cherche l'aberration correspondant à une troisième couleur.

On appelle : *dispersion fondamentale* l'excès de l'indice de la deuxième couleur fondamentale sur celui de la première; *dispersion partielle*, l'excès de l'indice de la troisième sur celui de la première; *dispersion relative*, le rapport θ de ces deux quantités : *pouvoir dispersif* pour les deux couleurs fondamentales : $\frac{1}{\nu} = \frac{n(n_1 - n_2)}{1 - n}$, pour la première et la troisième c'est $\frac{\theta}{\nu}$.

Si $\theta_1, \theta_2 \ldots \theta_k$ désignent les valeurs de θ pour les différents éléments du système, il faut, pour faire disparaître l'aberration chromatique des trois couleurs, que : $\theta_1 = \theta_2 = \ldots = \theta_k$. Sinon, il faut employer au moins trois lentilles de distance focale convenable ou, si les lentilles sont en nombre quelconque, il faut que :

$$\frac{\theta_1 - A}{\nu_1} = \frac{\theta_2 - A}{\nu_2} = \ldots = \frac{\theta_k - A}{\nu_k} = B,$$

A et B étant des constantes arbitraires.

On peut représenter par un diagramme les propriétés des diverses sortes de verre employées en optique, en prenant pour coordonnées :

$$\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C} \qquad \theta = \frac{n_G - n_F}{n_F - n_C} + 1$$

(les indices D, F... correspondent aux raies de Frauenhofer). Les points représentatifs se groupent en deux séries, l'une comprenant surtout les verres silicatés, l'autre les flints borosilicatés. Pour une même valeur de ν, ces derniers présentent une valeur de θ moindre que celle des verres silicatés.

Avec une exactitude de même ordre que celle des mesures (jusqu'à la cinquième décimale), on peut calculer θ par les formules linéaires :

Silicates. . . . . $\theta = 1{,}674 - 0{,}0018\,\nu$
Boro-silicates . . . . . $\theta = 1{,}667 - 0{,}0018\,\nu$

Remarquons, en passant, que, de deux verres, le plus réfringent n'est pas forcément le plus dispersif, comme on le croyait autrefois.

Chapitre VII (König). Calcul des systèmes optiques fondé sur la théorie des aberrations.

Il s'agit de réaliser des systèmes dans lesquels les aberrations sont supprimées. Ayant calculé l'expression de ces aberrations, il suffit, en théorie, d'égaler à zéro ces expressions et de résoudre les équations ainsi obtenues. Mais cette résolution n'est possible, sans complication exagérée, que pour les systèmes relativement simples.

Dans les systèmes à éléments accolés, on arrive à supprimer deux des aberrations par un choix convenable des rayons de courbure et de la position du diaphragme. Si les éléments sont séparés, on peut supprimer deux aberrations, et même davantage dans certains cas, par une variation des rayons de courbure laissant la convergence constante, ou encore en faisant varier l'écartement des lentilles.

En pratique, pour simplifier les calculs, on part souvent d'un système type calculé pour des conditions de construction et d'emploi peu différentes de celles du système désiré, et on cherche à réaliser les corrections nécessaires par de légères modifications des rayons de courbure.

Chapitre VIII (Löwe). Prismes et systèmes de prismes.

Lorsqu'un faisceau traverse un prisme, il existe sur chaque rayon principal un seul point pour lequel le faisceau réfracté est homocentrique. Le lieu de tous les points qui donnent dans le prisme une image homocentrique formée par des faisceaux infiniment minces, dont les rayons principaux sont dans la section principale et inclinés d'une manière quelconque sur la face d'entrée, est un plan passant par l'arête.

La longueur apparente d'une fente perpendiculaire à la section principale n'est pas altérée : mais la largeur apparente est, en général, modifiée.

L'image d'un objet plan parallèle à l'arête n'est pas en général inclinée sur le rayon principal du même angle que l'objet, sauf dans les conditions du minimum de déviation. Cette rotation est, dans le cas général, différente pour les deux lignes focales.

L'un des modes d'utilisation le plus important des prismes est la production des spectres. La pureté d'un spectre ne peut être absolue à cause de la diffraction : elle est d'autant plus grande que le nombre des longueurs d'onde dont l'image empiète de part et d'autre sur l'image d'une longueur d'onde donnée est plus petit.

Helmholtz exprime le degré du spectre par le rapport :

$$\frac{\text{largeur du spectre entre } \lambda_1 \text{ et } \lambda_2}{\text{largeur de l'image de la fente pour } \lambda = \frac{1}{2}(\lambda_1 + \lambda_2)}.$$

La valeur de ce quotient est calculable par les règles de l'Optique géométrique; mais elle dépend de la largeur de la fente et, par suite, n'est pas caractéristique du prisme. Une telle caractéristique est donnée par le pouvoir définissant par une fente infiniment étroite (Lord Rayleigh).

Chapitre IX (von Rohr). Diaphragmes dans les systèmes optiques.

La plupart des instruments d'optique sont destinés à fournir sur un plan (écran ou rétine) une image d'objets dont les différents points sont à des distances différentes. Ces conditions ne sont donc pas celles de la représentation optique proprement dite, telle qu'elle a été étudiée dans les chapitres précédents.

En supposant le système corrigé des aberrations, seuls les points situés dans le plan conjugué de l'écran donneront sur cet écran une image ponctuelle. Pour les autres, on observera la section par le plan de l'écran du cône de rayons issu du point-objet; et ils seront représentés sur l'écran par leur projection en perspective. L'image sera encore nette et l'étendue de ces traces (cercles de diffusion) ne dépasse pas certaines limites. Les diaphragmes jouent un grand rôle dans le phénomène : d'où le titre du chapitre. Que la vision soit objective, c'est-à-dire qu'on observe l'image projetée sur un écran, ou subjective, c'est-à-dire que l'œil reçoive directement les rayons au sortir du système, l'œil doit être considéré comme partie intégrante de celui-ci et intervient par ses propriétés particulières.

Chapitre X (von Rohr). Transmission du rayonnement à travers les systèmes optiques.

Ce chapitre est consacré à la photométrie et à l'étude de la clarté dans les systèmes optiques.

Le résumé que nous venons de donner, quoique long déjà, ne peut fournir qu'une idée imparfaite de

l'ouvrage et de la quantité des matériaux qui y sont mis en œuvre. C'est actuellement, sans doute, l'exposé le plus complet de l'Optique géométrique et de ces théories remarquables qui, par une marche absolument rationnelle, ont conduit à la construction des appareils si parfaits que sont aujourd'hui les lunettes, les microscopes et les objectifs photographiques.

MARCEL LAMOTTE,
Professeur adjoint à l'Université de Clermont-Ferrand.

3° Sciences naturelles

Settimi (Dr Luigi), *Chimiste au Laboratoire central des Octrois de Rome.* — **Caoutchouc e Gutta-percha.** — 1 *vol. petit in*-18 *cart. de* XVI-253 *pages, avec* 14 *figures.* (*Prix* : 3 *fr.*) *Collection des manuels Hoepli, Milan*, 1907.

Tous ceux qui auront besoin d'un renseignement quelconque sur le caoutchouc et la gutta consulteront avec grand profit le petit livre de M. Settimi; ils y trouveront, condensés et exposés avec clarté et précision, une foule de renseignements fort difficiles à se procurer ailleurs.

Ce petit manuel est divisé en deux parties principales complètement séparées; la plus importante est consacrée au caoutchouc, l'autre traite exclusivement de la gutta-percha. Toutes deux sont conçues suivant le même plan.

Pour le premier de ces produits, l'historique, l'origine botanique et les procédés de récolte des caoutchoucs des diverses origines sont étudiés, ainsi que les propriétés physiques et chimiques et la vulcanisation.

L'auteur passe ensuite en revue les manipulations commerciales que subit le produit, depuis sa coagulation jusqu'à son conditionnement en fils, tissus, laines, pneumatiques, courroies de transmission, etc.; d'excellentes figures schématiques font comprendre le fonctionnement des appareils employés à ces fabrications. Des pages intéressantes sont consacrées à l'étude des nombreuses substances que l'on incorpore au caoutchouc, ainsi qu'aux produits commerciaux dans lesquels entre le caoutchouc à titre de constituant (caoutchoucs factices, succédanés du caoutchouc).

Viennent ensuite l'étude des huiles diverses et autres produits liquides que l'on mêle au caoutchouc et à ses solutions, avec quelques mots sur les divers solvants et un tableau comparé de la solubilité des caoutchoucs dans les diverses menstrues; l'étude des corps employés pour la coloration du produit manufacturé ; l'exposé rapide de divers procédés industriels ayant pour base l'emploi du caoutchouc (imperméabilisation des étoffes, désodorisation du caoutchouc, conservation, application sur les métaux, action des métaux sur le caoutchouc).

Cette monographie se termine par un substantiel résumé des méthodes d'analyse du produit brut et manufacturé. A la fin du livre, sous le titre « Considérations générales sur l'industrie du caoutchouc et de la gutta-percha », l'auteur a rassemblé une série de documents commerciaux intéressant en particulier l'Italie, ainsi que des tableaux synoptiques concernant l'importation et l'exportation dans ce pays.

F. GUÉGUEN,
Docteur ès Sciences, Professeur agrégé,
Chargé de Cours à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

Lamarck (J. B.). — **Discours d'ouverture (an VIII, an X, an XI et 1806).** — 1 *vol. de* 157 *pages avec* 3 *portraits.* (*Prix : 6 fr.*) *Réimpression in Bull. scientif. France et Belgique*, t. XL, *et à part. Paris*, 3, *rue d'Ulm*, 1907.

Les quatre discours que M. A. Giard vient de réimprimer ont été prononcés par Lamarck au Muséum, à l'ouverture de son cours sur les *Animaux sans vertèbres.* Les deux premiers sont placés en tête, l'un du *Système des Animaux sans vertèbres*, l'autre des *Recherches sur l'organisation des corps vivants.* Les deux derniers, imprimés à part, étaient plus que rares. M. M. Landrieu qui, depuis plusieurs années, a fait les recherches les plus approfondies sur tout ce qui touche à la vie et à l'œuvre de Lamarck, ne connaît de celui de l'an XI que l'exemplaire possédé par la Bibliothèque du Muséum; il en a vu deux de celui de 1806, l'un dans la bibliothèque Alphonse Milne-Edwards et qui paraît perdu, l'autre qui appartient à M. Giard. L'utilité de cette réimpression n'était donc pas discutable.

Les discours en eux-mêmes offrent un intérêt historique indéniable. On y trouve, en effet, les ébauches successives des principes qui, dans la doctrine lamarckienne, dominent l'Évolution et dont l'expression définitive a été la *Philosophie Zoologique* publiée en 1809. Dans les derniers, la pensée de Lamarck est arrivée souvent à une forme qu'il n'a plus modifiée.

Les *Discours d'ouverture* ne sont pas les seules parties de l'œuvre de Lamarck qui soient devenues rares. La *Philosophie Zoologique*, malgré la réédition qu'en a faite de Martins, n'est pas facile à trouver, et bien d'autres ouvrages importants sont très peu accessibles. Si l'on songe à la place que les idées de Lamarck tiennent dans la Biologie contemporaine, n'est-il pas évident qu'une édition de son œuvre, sinon complète, du moins largement conçue, serait à désirer? Espérons donc que l'initiative prise par M. Giard sera, comme il le dit dans la très intéressante préface qu'il a placée en tête des Discours, la première pierre de ce monument, le plus digne assurément de la mémoire de l'illustre penseur.

M. CAULLERY,
Professeur adjoint à la Sorbonne.

4° Sciences médicales

Héricourt (Dr J.). — **L'Hygiène moderne.** — *1 vol. de* 311 *pages de la Bibliothèque de Philosophie Scientifique.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Flammarion, éditeur. Paris*, 1907.

Le livre de M. Héricourt nous sort certainement de la banalité et du « déjà vu » des ouvrages similaires. La nature des questions qui s'y trouvent abordées, la façon personnelle dont celles-ci sont traitées, lui assurent une place à part.

Au lieu de faire un livre didactique et populaire, M. Héricourt a eu la bonne idée de se limiter à un petit nombre de questions particulièrement importantes ou particulièrement intéressantes de l'hygiène moderne, mises à l'ordre du jour sous une forme ou une autre. Malgré la diversité et la multiplicité de ces questions, l'auteur a su les rattacher les unes aux autres en considérant successivement, dans des chapitres distincts, d'abord l'hygiène de l'individu en lui-même, puis l'hygiène de l'individu pris dans sa maison, dans la rue et dans la collectivité.

C'est à l'individu lui-même que se rapportent les chapitres que M. Héricourt consacre aux tempéraments et aux prédispositions, à l'arthritisme, aux candidats à la tuberculose, à l'alimentation, au vêtement, à la coiffure, à la vie sexuelle. La maison de demain, la vie domestique et les logis infectieux constituent la matière de trois chapitres traitant de l'hygiène de l'individu dans son habitation. Enfin une série de chapitres sur l'habitation collective, les voitures publiques et les théâtres, la rue, le surmenage et les vacances, le péril syphilitique, la lutte contre la tuberculose, etc., nous montrent ce qu'est et ce que devrait être l'hygiène de l'individu dans la collectivité.

En publiant ce livre, — et j'ai dit qu'il ne ressemble pas à ce qui se publie sur ce sujet, — M. Héricourt a voulu attirer l'attention sur les principaux dangers auxquels est exposée la santé de l'individu et faire connaître le moyen de les éviter. Pour employer l'expression même de l'auteur, le lecteur trouvera, dans ces « mélanges » pour défendre sa santé, les conseils essentiels et les suggestions indispensables.

Dr R. ROMME.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 Novembre 1907.

La Section de Minéralogie présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par la nomination de M. A. de Lapparent comme secrétaire perpétuel : 1° M. **F. Wallerant** ; 2° MM. **M. Boule, E. Haug, L. de Launay** et **P. Termier** ; 3° M. **J. Bergeron.**

1° Sciences mathématiques. — MM. **G. Bagnera** et **M. de Franchis** recherchent tous les groupes d'ordre fini formés par des transformations d'une surface hyperelliptique en elle-même. — M. **C. Popovici** présente quelques résultats nouveaux relatifs aux fonctions adjointes de M. Buhl. — M. **E. Goursat** complète ses recherches sur les propriétés des équations intégrales. — M. **J. Guillaume** présente ses observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de 1907. Les groupes de taches et leur surface totale ont fortement diminué ; les facules ont peu varié.

2° Sciences physiques. — M. **L. Bloch** a calculé par la formule de Drude, et en se servant des valeurs expérimentales de ce dernier, le parcours moyen et le nombre des électrons dans l'unité de volume des métaux. Le parcours moyen oscille entre $1,5.10^{-8}$ et $0,7.10^{-5}$; le nombre des électrons varie de 0,8 à 27×10^{23}. — M. **A. Dufour** a observé que, dans la vapeur de brome soumise à un accroissement de pression, toutes les raies du spectre d'absorption deviennent floues. Certaines raies conservent la même longueur d'onde ; d'autres présentent une augmentation de longueur d'onde. — M. **M. Luizet** signale une observation d'éclair en chapelet, faite le 20 août dernier au Sappey, près de Grenoble, à la fin d'un orage. — M. **G. Urbain**, par cristallisation fractionnée du nitrate d'ytterbium, a obtenu des fractions de poids atomiques variables de 169,9 à 173,8. Il attribue ce fait à la présence de deux éléments dans l'ytterbium, le néo-ytterbium et le lutétium ; ce dernier a été caractérisé par son spectre d'étincelles. — M. **K. Krassousky** rappelle que la chlorhydrine butylénique bisecondaire, décrite récemment par M. L. Henry, a déjà été préparée par lui en 1902 par addition d'acide hypochloreux au butylène. — MM. **R. Lépine** et **Boulud** recommandent la détermination du sucre dans le plasma sanguin pour savoir la quantité qui va aux tissus. Le sucre du sang peut être de 60 à 90 °/₀ du sucre du sérum.

3° Sciences naturelles. — MM. **A. Laveran** et **A. Thiroux** ont constaté que le traitement mixte des trypanosomiases par l'atoxyl et les sels de mercure, préconisé par Moore, Nierenstein et Todd, donne des résultats supérieurs au traitement par l'atoxyl seul. Toutefois, l'association du trisulfure d'arsenic à l'atoxyl est encore préférable. — MM. **Y. Delage** et **P. de Beauchamp** ont étudié l'action des différents phénols comme agents de parthénogénèse ; elle n'est nullement proportionnelle à leur activité pour l'oxygène. — MM. **L. Léger** et **O. Duboscq** ont constaté que les Grégarines intestinales des Crabes sont des Angiosporées et doivent former un genre nouveau qu'ils nomment *Franzelia*. — M. **L. Daniel** conclut de ses expériences que le millerandage, c'est-à-dire la production de raisins murs sans pépins, est provoquée par une suralimentation, une pléthore aqueuse, au moment où le grain noué se développe avec une grande activité. — M. **A. Guilliermond** a reconnu que les grains d'aleurone des Graminées offrent des caractères analogues à ceux du lupin ; ils s'en distinguent par leur moindre richesse en protéine, et le moins grand nombre et la plus forte dimension des globoïdes. — M. **P. Bertrand** présente une classification des Zygoptéridées fondée sur les caractères de leurs traces foliaires. — M. **H. Hubert** a observé, dans la chaîne de Fita (Dahomey), un massif de granite alcalin extrêmement localisé et fort éloigné des autres massifs analogues connus en Afrique. — M. **L. Duparc** signale de nouveaux cas d'ouralitisation du pyroxène qui confirment sa théorie du phénomène, dû à l'action d'un bain relativement acide et de nature feldspathique. — M. **R. Legendre** a constaté que, dans les mares supralittorales à *Harpacticus*, il y a augmentation de densité et appauvrissement en oxygène pendant les périodes de morte-eau.

Séance du 11 Novembre 1907.

M. **F. Wallerant** est élu Membre titulaire dans la Section de Minéralogie. — M. **E. Heckel** est élu Correspondant pour la Section d'Economie rurale.

1° Sciences mathématiques. — M. **Edm. Maillet** présente la suite de ses recherches sur les fractions continues algébriques. — M. **A. Myller** fait l'étude des solutions périodiques de l'équation $\Delta u + \lambda \alpha(x, y, z) u = 0$.

2° Sciences physiques. — M. **J. Becquerel** arrive à la conclusion que le nombre des électrons absorbants, contribuant à produire une même bande d'absorption dans un cristal, peut varier du simple au triple entre la température ordinaire et la température de l'air liquide. — M. **A. Guébhard** propose, dans le procédé de photographie en couleurs de MM. Lumière, de réaliser le renversement de l'image par l'action du plein jour, au travers de l'écran trichrome, au cours du premier développement. — M. **F. Bordas** a constaté que l'action du bromure de radium sur la coloration des pierres précieuses peut être fortement accélérée en plaçant les corps en contact. La coloration n'est pas due à une oxydation, car elle se produit encore à —200°. — M. **D. Berthelot**, reprenant des expériences commencées par son père, a observé qu'un quartz incolore et une fluorine blanche n'ont pas été colorés par le radium au bout d'une année. Un cristal de fluorine blanche, laissé au milieu d'une solution de manganèse, puis soumis à l'action du radium, s'est légèrement coloré en rose, probablement par suite du bombardement moléculaire. — M. **J. Duclaux** a reconnu que, dans une solution colloïdale hydrochloroferrique, la partie hydrolysée du sel ferrique n'intervient pas dans la catalyse. La propriété catalytique est une propriété de l'ion. — M. **F. Meyer**, en faisant réagir Na^2O^2 et BaO^2 sur l'or précipité, a obtenu les aurates de sodium et de baryum $(AuO^2)^2Na^2$ et $(AuO^2)^2Ba$. Ils sont décomposés en solution par la chaleur et la lumière avec formation d'oxyde aureux Au^2O ; ils sont décomposés par H^2SO^4 avec formation d'acide aurique $Au^2O^3.3H^2O$. — M. **M. Guichard**, en iodurant les éléments dans des tubes scellés où l'on a fait le vide, a obtenu facilement FeI^2, NiI^2, SiI^4. — M. **V. Auger** a constaté que l'As amorphe, préparé en précipitant une solution chlorhydrique d'As^2O^3 par $SnCl^4$ ou un hypophosphite, jouit d'une grande activité et réagit sur les dérivés alkylhalogénés pour former des composés organiques de l'arsenic. — M. **M. Tiffeneau**, en soumettant le styrolène à l'action de I en présence de HgO, a obtenu, en présence d'éther, l'iodhydrine du phénylglycol $C^6H^5.CHOH.CH^2I$, en présence d'alcool, en outre, l'éther $C^6H^5.CHOR.CH^2I$. — M. **R. Fosse** a préparé une série de dérivés du xanthydrol avec l'urée, la thio-urée, l'uréthane et diverses amides. La dixanthylurée fond à 250°-258° en se décomposant. — MM. **Ch. Moureu** et **A. Va-**

leur, par méthylation de la spartéine, ont obtenu la méthylspartéine, puis avec CH^3I son diiodométhylate, que l'action de AgOH convertit en dihydrate de tétraméthylspartéinium; ce dernier, par distillation fractionnée, fournit le méthylhémispartéilène $C^{16}H^{25}Az$, Eb. 160°-161° sous 16 millimètres. — M. **R. Lezé** propose de doser la matière grasse dans le lait écrémé en écrémant de nouveau, à 40° environ, le lait déjà écrémé, additionné préalablement de 20 centimètres cubes d'un mélange de 150 centimètres cubes AzH^3 et 20 grammes NaOH. — M. **C. Gerber** propose une nouvelle méthode de détermination du pouvoir accélérateur des sels neutres de potassium et de sodium sur la coagulation du lait par les présures végétales. Elle consiste à faire agir une présure végétale sur du lait auquel on a ajouté des quantités moléculairement équivalentes des divers sels à étudier et des doses croissantes d'oxalate de sodium.

3° Sciences naturelles. — MM. **Lannelongue, Achard** et **Gaillard** ont étudié chez le cobaye l'influence des régimes alimentaires gras, hydrocarboné et azoté sur la marche de la tuberculose expérimentale. Le régime fortement azoté présente une supériorité incontestable. — MM. **H. Guillemard** et **A. Moog** ont reconnu que, loin d'activer la déshydratation de l'organisme, le climat des grandes altitudes ne peut que la restreindre. — M. **Marage** décrit trois exercices simples destinés à augmenter le volume de la cage thoracique et, par là, le volume d'air utilisable pour la voix. — MM. **A. Broca** et **Polack** ont mis en évidence les deux faits suivants : Lorsqu'un signal de couleur douteuse est mieux vu en vision directe (centrale) qu'en vision indirecte (périphérique), il est rouge; si c'est le contraire qui se produit, il est bleu ou incolore. — M. **G. Carrière** a étudié expérimentalement les médications excito-motrices de l'estomac à l'aide de la fluoroscopie, après l'administration d'un repas d'épreuve comportant 30 grammes de bismuth. Les agents physiques les plus actifs sont : le massage trois heures après le repas, le courant de Watteville, le courant faradique; les agents chimiques actifs sont : la strychnine et la poudre de noix vomique, l'ipéca, l'ergot de seigle. — M. **L. Léger** décrit un nouveau myxomycète endoparasite des Insectes, qu'il nomme *Sporomyxa scauri*. — M. **L. Mercier** a observé que les cellules des insectes infestés par le *Bacillus Cuenoti* se comportent de deux façons : ou bien elles meurent rapidement, ou bien elles perdent leurs caractères différentiels et font retour au type embryonnaire. — M. **H. Guilleminot** a étudié l'action des rayons X et du radium sur la cellule végétale. Elle est caractérisée par un retard de croissance pour des doses de 3000 ^{M} (radium) et 15.000 ^{M} (rayons X) et par la mort pour des doses de 10.000 ^{M} (radium). — MM. **A. Lacroix** et **A. de Schulten** ont trouvé un nouveau minéral dans les scories plombeuses du Laurium ayant subi l'action de l'eau de mer. C'est un chloro-arséniate de plomb, $Pb^3(AsO^4)^2.3PbCl^2$, que les auteurs nomment *georgiadésite*. Il cristallise dans le système orthorhombique; D = 7,1; dureté = 3,5. — M. **Deprat** a étudié les produits du volcan de Monte Ferru (Sardaigne). Dans une première phase, il a émis des trachytes de deux types, puis des phonolites; dans une seconde, il a épanché des basaltes de trois types différents.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 5 Novembre 1907.

M. **Nélaton** présente un travail sur un nouveau traitement de l'affection désignée sous le nom de hanche à ressort.

Séance du 12 Novembre 1907.

M. **Blache** présente le Rapport de la Commission permanente de l'Hygiène de l'enfance sur les Mémoires et travaux qui lui ont été envoyés en 1906-1907. — M. **Pamard** étudie le fonctionnement de la loi Roussel dans le département du Vaucluse depuis trente ans. Ce fonctionnement a été absorbé par l'Administration, qui empêche toute initiative ou action personnelles, pour le plus grand dommage de l'enfance. Ce qu'il faudrait changer, c'est non la loi, mais ses conditions d'application. — M. **C. Delezenne** lit un travail relatif à l'action comparée de l'entérokinase et des sels de chaux sur le suc pancréatique inactif. — M. **Dastre** communique une étude relative à l'influence du chlorure de sodium sur la digestion gastrique. — M. **E. Retterer** lit un travail intitulé : Contribution à l'étude expérimentale des cellules géantes. — M. **M. Hallion** présente ses recherches sur les relations fonctionnelles par l'intermédiaire des sécrétions internes. — M. **P. Langlois** lit un travail sur la polypnée thermique centrale.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 2 Novembre 1907.

M. **G. Patein** a observé que les sels de chaux ne produisent pas la coagulation du plasma oxalaté lorsque la réaction de celui-ci est acide; si l'action de l'acide acétique dure depuis quelques heures, ils ne produisent pas la coagulation lorsqu'on rend de nouveau la liqueur alcaline. — M. **H. Vincent**, dans 156 cas de rhumatisme aigu, fébrile, a relevé 86 fois une tuméfaction du corps thyroïde, avec sensibilité très vive de l'organe. D'autre part, le rhumatisme aigu fébrile peut être le point de départ du goître exophtalmique. — M. **M. Nicloux** décrit quelques perfectionnements au procédé de dosage de petites quantités de chloroforme dans le sang et les tissus, en vue d'en augmenter la sensibilité. — M. **J. Cantacuzène** a reconnu que les leucocytes sont les éléments formateurs des précipitines; les organes formateurs des précipitines sont les organes lymphoïdes, surtout la rate. La production d'anticorps est la plus abondante quand l'antigène est injecté sous la peau. — M. **P. Guéniot** a observé que le placenta humain constitue un milieu humain naturel utilisable à la culture des microbes pathogènes. — MM. **L. Alquier** et **H. Theunveny** décrivent les accidents nerveux (contractures et mouvements convulsifs) consécutifs aux ablations totales ou partielles de l'appareil thyro-parathyroïdien chez le chien. — M. **Ch. Aubertin** a constaté que les infections et intoxications chroniques expérimentales peuvent produire de l'hypertrophie du ventricule gauche, probablement par l'intermédiaire des lésions rénales, et coïncidant avec une hyperplasie surrénale. — M. **M. Mirande** a observé que les algues du genre *Zygnema*, placées dans des flaques dont l'eau s'évapore, présentent une intense gélification des membranes cellulaires externes. Le mucilage produit, qui contient une notable quantité de glucose, est très apprécié par les abeilles. — M. **C. Fleig** a reconnu que l'injection d'urotropine produit d'abord une légère vaso-dilatation du rein; mais, au bout de cinq à vingt minutes, le rein entre en vaso-constriction et s'y maintient, par suite de la décomposition progressive de l'urotropine en aldéhyde formique. — M. **P. Wintrebert** a constaté que l'apparition des membres antérieurs ne représente pas, chez les larves de grenouille en inanition, le début de la métamorphose; le premier phénomène est la régression précoce du tube digestif. — MM. **A. Gilbert** et **A. Lippmann** ont étudié les calculs biliaires au point de vue bactériologique et y ont trouvé, dans 82 % des cas, des microorganismes anaérobies au centre. — MM. **G. Guillain** et **A. Gy** ont réalisé chez les animaux une intoxication par la fumée de tabac analogue à la véritable intoxication humaine, en les plaçant dans une couveuse artificielle où l'on faisait brûler des cigarettes. — MM. **Piquand** et **L. Dreyfus** ont observé que la toxicité immédiate intrapéritonéale des mélanges de stovacocaïne chez le cobaye est un peu inférieure à la moyenne calculée théoriquement. — MM. **A. Beauvy** et **J.-L. Chirié** concluent de leurs expériences à l'existence d'un anticorps placentaire dans le sang du fœtus et à son absence dans le sang maternel.

Séance du 9 Novembre 1907.

MM. **H. Labbé** et **G. Vitry** ont constaté qu'un gramme d'albumine d'œuf sèche met en liberté par hydrolyse 1,6 milligramme d'acide sulfurique; ils désignent cette quantité sous le nom d'indice de sulfo-conjugaison. — M. **A. Giard** signale la présence, sur les côtes du Boulonnais, de deux Trématodes margaritigènes : le *Gymnophallus somateriæ* Levinsen, qui vit chez les Pélécypodes, et le *G. bursicola* Odhner, qui vit chez les *Mytilus*. — MM. **L. Morel** et **H. Nepper** montrent que la parotidite post-opératoire rentre dans le groupe des parotidites canaliculaires banales; la diminution de la sécrétion parotidienne favorise l'extension à la parotide du microbisme buccal, normal ou exalté. — M. **E. Sacquépée**, par l'étude des sensibilisatrices, arrive à classer en deux groupes les bacilles dits salmonelloses : 1° bacilles carnés Gärtner, Morseele et Bruxelles; 2° bacilles carnés Aertrycke, Posen, Dusseldorf, Sirault, bacilles du choléra des porcs, de la psittacose et paratyphique B. — M. **H. Rossello** montre que l'éosinophilie hydatique a une valeur diagnostique dans certains cas douteux et surtout une valeur pronostique : si elle persiste après enlèvement d'un kyste, c'est qu'il en existe probablement un autre. — M. **H. Piéron** a observé trois étapes dans l'amputation spontanée (autotomie) : une fragilité générale du membre, une fragilité localisée, enfin une fragilité spécialisée; dans ce dernier cas, il y a une grande résistance à la traction et une très faible résistance à la torsion locale. — MM. **G. Péju** et **H. Rajat** ont produit des variations polymorphiques du bacille de Koch par sa culture dans des milieux salins. — M. **J. Cantacuzène**, après injection d'aleurone chez des lapins dans le péritoine, a vu apparaître dans les organes lymphoïdes des anticorps précipitants pour le sérum de cheval, chèvre, cobaye, chien. — M. **A. Marie** a constaté que la glycérine, l'alcool à 95°, l'acide phénique à 5 °/₀, la soude à 1 °/₀, HCl à 1 °/₀ détruisent plus ou moins rapidement la virulence d'une émulsion de cerveau rabique. — M. **L. Lapicque** déduit de ses recherches que le rapport du poids encéphalique au poids du corps est le même chez l'homme et la femme; il doit en être de même pour les deux sexes chez les animaux. — MM. **C. Fleig** et **de Visme** ont étudié l'effet, sur la pression sanguine, de l'injection d'un liquide où l'on a fait barboter de la fumée de tabac; il y a une forte chute de pression initiale, suivie d'une hausse intense, puis d'une diminution au-dessous de la normale. — MM. **J. Camus** et **Ph. Pagniez** ont observé de grandes analogies entre les lésions de l'infection tuberculeuse par voie sanguine et celles qui sont déterminées dans le poumon par les injections intraveineuses d'acides gras : il se forme dans les deux cas des granulations vasculaires avec cellules géantes au centre. — M. **P. Wintrebert** poursuit ses recherches sur le déterminisme de la métamorphose chez les Batraciens anoures. — MM. **A. Rodet** et **Lagriffoul** ont constaté que le sérum antityphique possède des propriétés bactéricides variables, dues probablement à la présence de fixateurs de qualités diverses.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séance du 5 Novembre 1907.

M. **Ch. Pérez** décrit un organisme nouveau, parasite de la peau des Tritons, qu'il nomme *Dermocystis pusula*. — M. **J. Gautrelet** a constaté que le mercure et le cuivre introduits par électrolyse sont éminemment toxiques pour la fibre cardiaque; l'argent est indifférent, mais intoxique le système nerveux; le fer est toxique pour le myocarde et le système nerveux.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

Séance du 18 Avril 1907 (fin).

MM. **G. A. Buckmaster** et **J. A. Gardner** présentent leurs recherches sur la *vitesse d'absorption du chloroforme par le sang durant l'anesthésie*. La teneur en chloroforme du sang, pendant les premiers stades de l'anesthésie, s'élève avec une grande rapidité jusqu'à une valeur qui approche d'un maximum. Pendant cette période, le chloroforme paraît affecter particulièrement les centres respiratoires : le souffle devient plus court et peut cesser pendant quelques minutes; il faut alors pratiquer la respiration artificielle pour empêcher l'animal de mourir; les auteurs n'ont pas noté d'arrêt du cœur à ce stade. Si l'animal traverse naturellement cette période ou est ranimé par la respiration artificielle, en continuant à administrer l'anesthésique, la quantité de chloroforme dans le sang s'élève rapidement vers une valeur maximum, et une période d'équilibre se produit. Durant cette période, qui varie avec les individus et les conditions d'expérience, l'animal peut mourir à tout instant si la proportion de chloroforme du sang augmente légèrement; la mort se produit toujours par arrêt de la respiration suivi d'asphyxie. — Les mêmes auteurs ont étudié la *fonction des corpuscules rouges dans l'anesthésie chloroformique*. Ils ont constaté que le pourcentage du chloroforme dans le sang ne varie pas proportionnellement aux différences de volume du sang en circulation. Ce résultat tend à confirmer l'hypothèse que le transport de l'anesthésique de la surface des poumons ou à celle-ci est une fonction des corpuscules rouges.

Communications reçues pendant les vacances (suite).

MM. **G. A. Buckmaster** et **J. A. Gardner** ont déterminé la *vitesse d'élimination du chloroforme du sang après l'anesthésie*. La vitesse d'élimination paraît dépendre de l'état physiologique de l'animal. En général, elle est d'abord assez rapide, puis devient plus lente. Les vitesses initiales d'élimination sont beaucoup moindres que les vitesses initiales d'absorption du chloroforme; il en résulte qu'en totalité l'élimination est beaucoup plus lente que l'absorption. Chez le chat, la teneur en chloroforme du sang artériel est réduite de moitié en 15 à 20 minutes et de 3/4 en 30 minutes; ces durées sont réduites si l'on ventile énergiquement le poumon par la respiration artificielle. Les auteurs ne confirment pas les observations de Tissot, d'après lesquelles, au cours de l'élimination, la quantité de chloroforme dans le sang veineux excède toujours celle du sang artériel. — M. **J. O. W. Barratt** présente des recherches sur *l'implantation de l'épithélium à l'état de prolifération active*. Durant les 7 à 14 premiers jours qui suivent l'implantation de l'épithélium à l'état de prolifération active de l'oreille du lapin sous la peau d'un animal de même espèce, la mitose paraît procéder sans diminution dans les portions de la couche épineuse qui ont échappé à la nécrose. Par contre, les cellules épineuses mortes, implantées sous la peau, produisent une action chimiotactique puissante, déterminant d'abord l'apparition de cellules polynucléaires, puis celle de grands mononucléaires et de cellules géantes; avant ces dernières, la couche épineuse morte disparaît lentement. Même les cellules épineuses vivantes, proliférant activement sous l'influence du rouge R injecté avant l'implantation, induisent chimiotactiquement, par leur métabolisme accru, l'apparition de nombreuses cellules, la plupart mononucléées, dans le chorion sous-jacent. On n'a observé aucune métaplasie de l'épithélium en état de prolifération active à la suite de l'implantation. Les lames épidermiques cornées et les tiges des poils restent intactes, se comportant comme des corps inertes.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 25 Octobre 1907.

M. **A. Fleming** propose l'*emploi d'oscillateurs magnétiques (fermés) comme radiateurs dans la télégraphie sans fil*, à la place d'oscillateurs électriques ouverts. Le calcul lui montre que l'énergie radiée par les premiers est exprimée par la formule $W = 4 \times 10^{33} S^2 a^2 N^4$, où a

est la valeur du courant dans l'oscillateur et N la fréquence, tandis que celle des seconds est donnée par l'expression : $W = 87 \times 10^{-20} I^2 a^2 N^2$. La radiation varie donc dans le premier cas comme la quatrième puissance de la fréquence, dans le second comme le carré. L'auteur a fait des expériences avec des bobines plates de diverses dimensions employées comme oscillateurs magnétiques; on décelait l'effet induit dans un circuit placé à 15 à 75 mètres. La loi de variation de l'effet inductif avec la distance est intermédiaire entre l'inverse du cube et l'inverse du carré. — **M. A. Campbell** étudie l'*emploi des inductances mutuelles variables dans la télégraphie sans fil*. On obtient une forme convenable d'inductance mutuelle variable en combinant une partie continuellement variable et une série d'échelons. La première consiste en deux bobines parallèles égales, avec une troisième bobine se mouvant parallèlement à leurs plans autour d'un axe excentrique aux bobines fixes. Les échelons sont obtenus au moyen d'une autre bobine fixe en fil détordu, chaque toron donnant une subdivision égale. Une inductance mutuelle variable de ce genre a de nombreuses applications.

Séance du 8 Novembre 1907.

M. L. F. Richardson : *Sur une méthode graphique à main levée de détermination des surfaces de flux et équipotentielles.* L'auteur montre que, lorsqu'une exactitude à 1-3 °/₀ près est suffisante, des solutions de l'équation :

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

peuvent être obtenues en dessinant des équipotentielles et des sections de surfaces de flux et en les corrigeant à main levée jusqu'à ce que les inégalités qu'elles présentent prennent la forme appropriée en chaque point de champ. La méthode ne peut être appliquée que dans certains types de symétrie, où V est constant le long de chaque ligne d'une certaine famille de lignes. — **M. J. Morrow** : *Sur la vibration latérale des barreaux supportés en deux points avec une extrémité surplombante.* Quand un barreau supporté par une extrémité et un autre point sur sa longueur vibre sous sa propre masse seulement, l'expression qui donne la fréquence est très complexe. Si on prend différentes valeurs pour le rapport de la partie qui surplombe à la partie située entre les supports, l'expression se réduit à la forme ordinaire avec un coefficient dépendant de ce rapport. L'auteur indique ce coefficient pour six rapports compris entre 0 et l'unité. Les résultats montrent que la formule de Chree est très exacte dans les cas où la longueur qui surplombe est moindre que la moitié de la longueur entre supports.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Communications reçues pendant les vacances.

Mlle M. A. Whiteley, par condensation du chlorure de benzophénone avec l'acide 1 : 3-diphénylbarbiturique, a préparé l'acide 1 : 3-diphényl-5-diphénylméthylène-barbiturique, F. 264°. — **M. A. W. Titherley**, en condensant la salicylamide avec la benzaldéhyde en présence d'acétate de soude anhydre, a obtenu la benzylidènesalicylamide et la phénylbenzométoxazone isomère. La dernière, par action de la pyridine et d'un alcali, fournit un autre isomère de la première. Les deux benzylidènesalicylamides sont probablement des isomères *syn* et *anti*. — **MM. J. C. Irvine** et **J. Weir** ont appliqué la méthode de réduction de Baeyer à la benzoïne et à plusieurs de ses dérivés; dans tous les cas, le produit final est le stilbène; intermédiairement, il se forme de la déoxybenzoïne. — **MM. M. O. Forster** et **H. E. Fierz**, par l'action de l'hydroxylamine sur l'*o*-aminophénol diazoté, ont obtenu l'*o*-hydroxyphénylazo-imide $HO.C^6H^4.Az^3$, détonant à 140°-150°. — **MM. T. P. Hilditch** et **S. Smiles** ont constaté que la formation de bases sulfonium par l'action du disulfure d'éthyle sur les iodures alkyliques est très accélérée quand elle a lieu en présence d'iodure mercurique. — **M. A. E. Dunstan** et **Mlle L. Cleaverley** ont préparé le benzoflavol (2 : 8-dihydroxy-5-phényl-3 : 7-diméthylacridine) aux dépens de la benzoflavine. — **MM. A. E. Dunstan** et **T. P. Hilditch** ont étudié l'action du brome sur la 5-phénylacridine et ses dérivés halogénés. — **MM. A. E. Dunstan, F. B. T. Thole** et **J. S. Hunt** ont déterminé la viscosité des solutions de pyridine, α et β-picoline et 2 : 6-lutidine. En solution aqueuse, les courbes présentent des maxima, qui sont attribués à l'addition des éléments de l'eau à l'atome d'Az. — **M. E. B. R. Prideaux** a déterminé les coefficients d'expansion de P et de PCl^5 et calculé les valeurs de leurs volumes spécifiques à leur point d'ébullition, d'où l'on déduit le volume atomique du phosphore dans les deux cas. — **M. A. Colefax** a étudié l'action du sulfite de K sur le tétrathionate en solution aqueuse. En proportions équimoléculaires, il y a formation partielle de thiosulfate et de trithionate; quand la proportion des deux corps est $K^2SO^3 : 2K^2S^4O^6$, la réaction est complète et il se forme même du pentathionate. — **M. O. C. M. Davis** a étudié l'adsorption de l'iode en solution par diverses variétés de carbone; l'effet de la température est peu marqué, mais celui du temps l'est beaucoup : très rapide d'abord, l'adsorption procède ensuite très lentement, après qu'un équilibre superficiel a été atteint. — **M. J. W. Mc Bain** exprime le résultat de ses recherches sur l'adsorption par la formule suivante :

$$\frac{x}{m} = \beta c^{1/p} = \beta \left(\frac{a - x}{v}\right)^{1/p},$$

où x est la quantité de substance adsorbée, a la quantité totale de cette substance, $\frac{a - x}{v} = c$ sa concentration dans la phase fluide, m le poids de la substance adsorbante et β, a, p, des constantes. — **MM. G. T. Morgan** et **J. M. Hird** ont préparé des sels de diazonium colorés dérivés de la benzènesulfonylbenzidine et de l'*as*-benzènesulfonylméthylbenzidine. — **M. G. T. Morgan** et **Mlle F. M. G. Micklethwait** ont combiné les paradiazo-imides avec les amines aromatiques et ont obtenu des composés aminoazoïques. La combinaison a lieu, dans quelques cas, par mélange intime à l'état sec. — **MM. J. Holmes** et **P. G. Sageman** ont constaté que le volume des mélanges d'acide sulfurique dilué avec des solutions aqueuses de sulfates inorganiques neutres est toujours plus grand que la somme des volumes initiaux. Ce phénomène serait dû à des forces physiques inhérentes aux molécules. — **MM. W. W. Reed** et **K. J. P. Orton** ont étudié le déplacement du brome dans la chloruration des bromoanilines. — **MM. R. Meldola** et **J. G. Hay** ont constaté que les deux dinitroanisidines $AzH^2 : AzO^2 : AzO^2 : OCH^3 = 1 : 2 : 4 : 6$ et $AzO^2 : AzH^2 : AzO^2 : OCH^3 = 2 : 3 : 4 : 6$ se comportent normalement par diazotation, sans perdre ni groupe nitré ni groupe méthoxy. — **MM. K. J. P. Orton** et **W. W. Reed** ont étudié le remplacement de l'halogène par l'hydroxyle dans les chlorobromodiazobenzènes. Ce remplacement n'est pas restreint aux atomes d'halogène en ortho, par rapport au groupe diazoïque; il peut se faire en para, avec formation d'une *p*-quinonediazide. Le déplacement paraît être indépendant de la nature de l'halogène. — **MM. E. G. Hill** et **A. P. Sirkar** ont retiré des fleurs du *Nyctanthes Arbortristis* une matière colorante jaune, donnant par traitement à HCl concentré une substance cristallisée rouge $C^{20}H^{27}O^4$, que les auteurs nomment *nyctanthine;* elle donne un dérivé monoacétylé. — **M. B. D. Steele** a étudié la vitesse et le mécanisme de la réaction entre l'iode et l'acide hypophosphoreux; la vitesse est indépendante de la concentration de l'iode au-dessus d'une certaine limite; la réaction est monomoléculaire et accélérée catalytiquement par les ions H.

— MM. **H. Marshall** et **Al. T. Cameron** ont déterminé les conditions d'équilibre de solutions aqueuses contenant des succinates acides de K à diverses températures. Le sel superacide $KH^3(C^4H^4O^4)^2$ n'est pas un composé moléculaire, mais l'ion $H^3C^4H^4O^4$ existe en solution. — MM. **A. Friedl, Ch. Weizmann** et **M. Wyler** ont préparé les fluoresceines résultant de la condensation du résorcinol avec les acides 4-hydroxyphtalique, 4-méthoxyphtalique et hémipinique. — MM. **W. H. Bentley, H. D. Gardner** et **Ch. Weizmann** ont condensé l'acide phtalique avec les crésols en présence d'acide borique ou d'$AlCl^3$ et obtenu des dérivés de l'acide benzoylbenzoïque, qui sont condensés, à leur tour, par l'acide sulfurique en hydroxyméthylanthraquinones. — MM. **W. H. Bentley, A. Friedl** et **Ch. Weizmann**, en condensant les acides nitrophtaliques avec l'α-naphtol, ont obtenu des acides nitrohydroxynaphtoylbenzoïques, qui sont réduits en acides aminés, lesquels, condensés par H^2SO^4, fournissent des aminohydroxynaphtacènequinones. On obtient une condensation analogue avec l'acide hémipinique. — MM. **E. F. J. Atkinson** et **J. F. Thorpe** ont constaté que les trois β-imino-α-cyano-γ-tolylbutyrates d'éthyle isomères, traités à froid par H^2SO^4 concentré, donnent les méthyl-1 : 3-naphtylènediamine-2-carboxylates d'éthyle correspondants, qui, par élimination de CO^2, fournissent les méthylnaphtylènediamines correspondantes. — M. **Al. T. Cameron** et **Sir W. Ramsay** : Action chimique de l'émanation du radium sur les solutions contenant du cuivre (voir p. 651). — MM. **A. G. Perkin** et **W. P. Bloxam** ont obtenu l'indican $C^{14}H^{17}O^6Az.3H^2O$ cristallisé d'un mélange de benzène et d'alcool en prismes anhydres, F. 176°-178°. Par hydrolyse avec les acides dilués en présence d'isatine, il donne quantitativement l'indirubine. Par digestion avec les acides dilués bouillants en l'absence d'air, il se forme une trace d'indol, du dextrose et une substance brune amorphe, le brun d'indoxyle. — M. **H. Muller** a trouvé le quercitol dans les feuilles de *Chamaerops humilis*; à l'état sec, elles en contiennent 1,35 %. — Le même auteur a retiré des feuilles de *Cocos nucifera* et de *Cocos plumosa*, ainsi que du lait de la noix de coco, la cocosite, isomère de l'inosite. — Le même auteur a traité l'hexa-acétate d'inosite par une solution saturée de HBr dans l'acide acétique glacial et a obtenu le penta-acétate de monobromo-inosite et deux tétracétates de dibromo-inosite isomères; traités par la poudre de Zn, le premier perd Br et une molécule d'acide acétique, le second donne du phénol et de l'acide acétique.

SOCIÉTÉ ANGLAISE DES INDUSTRIES CHIMIQUES

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séance du 1er Mars 1907.

MM. **Ch. R. Sanger** et **O. F. Black** décrivent un procédé commode et exact de *détermination quantitative de l'arsenic par la méthode de Gutzeit*. Cette méthode repose sur la réduction de la substance arsenicale par Zn et un acide et sur la coloration d'un papier sensibilisé au chlorure de mercure ou au nitrate d'argent par AsH^3 formé. Il est difficile, dans le procédé original, de différencier les teintes formées sur ces papiers, parce que l'action du réactif se porte en partie à la surface et en partie à l'intérieur des fibres du papier. Cette difficulté disparaît presque entièrement si l'on fait agir AsH^3 non pas contre une surface, mais le long de cette surface. Les auteurs proposent donc de faire circuler le gaz sur une longue bande de papier imprégné au chlorure de mercure, disposée le long d'un tube, et de comparer la longueur de la partie colorée ainsi obtenue avec celle d'une série de bandes préparées avec des quantités connues d'arsenic. Ils ont obtenu ainsi des résultats exacts et comparables. — Les mêmes auteurs ont appliqué le procédé précédent à la détermination de l'arsenic dans l'urine de personnes supposées victimes d'empoisonnement arsenical chronique. Par leur méthode, ils ont pu reconnaître jusqu'à 0,00008 mgr. d'As^2O^3 dans l'urine.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 11 Juillet 1907.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **K. Carda** : Contribution à la théorie du problème de Pfaff.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **F. Ehrenhaft** met en évidence l'existence dans les gaz d'un phénomène analogue au mouvement moléculaire brownien dans les liquides. Des particules de l'ordre de grandeur de la trajectoire libre moyenne des molécules gazeuses et d'autres plus grosses tombent suivant une ligne en zigzag; la vitesse de chute est plus grande que la variation de place exigée par le mouvement moléculaire. — M. **E. Abel** a étudié la réaction entre H^2O^2 et les thiosulfates en solution acide : elle est bimoléculaire, avec une constante k égale à 1,53; les ions H l'influencent catalytiquement sans en changer l'ordre; les ions I agissent aussi catalytiquement. — M. **V.-F. Hess** a déterminé la constante de dédoublement de l'actinium A; sur trois préparations, le temps au bout duquel l'activité de AcA est réduite de moitié a été trouvé, en moyenne, de 36 minutes. — M. **O. Honigschmid** montre que le procédé de Kuhne (réduction aluminothermique de combinaisons oxygénées du bore en présence de S) ne fournit pas du tout du bore cristallisé, mais du corindon cristallisé, du bore amorphe et un borure d'Al cristallisé. — M. **A. Kailan** a étudié l'éthérification des acides nitrocinnamiques par HCl alcoolique. La vitesse d'éthérification dans l'alcool pauvre en eau est proportionnelle à la concentration de HCl pour les acides *o* et *m*, et croît plus vite que cette concentration pour l'acide *p*. — Le même auteur a également étudié l'éthérification des acides (*p*)-mandélique et benzoylformique par HCl alcoolique. La vitesse d'éthérification du premier dans l'alcool pauvre ou riche en eau est proportionnelle à la concentration de HCl; celle du second croît plus rapidement que cette concentration. — MM. **M. Kohn** et **A. Schmidt**, par l'action de HBr sur l'acide oxypivalique, ont obtenu l'acide bromotriméthylacétique, que l'action de AzH^3 transforme en acide aminotriméthylacétique. — MM. **H. Schrötter** et **J. Flooh**, par action de la phénylhydrazine sur les éthers de l'acide salicylique en présence de pipéridine, ont préparé la phénylhydrazone de l'acide salicylique. — M. **G. Goldschmiedt** a constaté que les bases aliphatiques, bouillies avec HI, éliminent aussi un iodure d'alkyle quand un complexe atomique est lié à l'Az avec un carbone tertiaire. — Le même auteur a déterminé le produit accessoire qui se forme, à côté de l'acide benzoïque, dans la saponification par les alcalis du benzonitrile du goudron de houille; il est constitué en majeure partie par du benzoate de 1 : 3 : 4-xylénol. — M. **H. Meyer**, par l'action de l'aniline sur l'acide *o*-benzoylbenzoïque, a obtenu un pseudo-anilide, F. 221°, et un anhydride, F. 195°. Le premier s'obtient également dans l'action de l'aniline sur le chlorure de l'acide benzoylbenzoïque, qui donne, en outre, l'anilide vrai, F. 195°. Le pseudo-anilide, traité par le sulfate de diméthyle, donne un éther, F. 132°, qu'un traitement prudent avec l'acide acétique dilué transforme en éther vrai de l'acide *o*-benzoylbenzoïque, F. 52°. — M. **Zd.-H. Skraup**, poursuivant ses recherches sur les produits d'hydrolyse de la caséine, montre que l'acide caséinique doit être représenté par la formule $C^{18}H^{26}Az^2O^4$. Des fractions éthérées, il a retiré des bases ayant la composition de la butyl et de la pentylamine, et dérivant probablement de la valline et de la leucine.

3° SCIENCES NATURELLES. — M. **L. von Portheim** a observé que les plantules de *Phaseolus vulgaris* auxquelles on a enlevé une partie des cotylédons présentent une accélération de croissance par rapport aux

plantules normales. Les tiges s'allongent beaucoup jusqu'à ce que les réserves restées dans les cotylédons soient épuisées; les plantes ressemblent alors aux plantes étiolées. — M. **C. Rechinger** présente les premiers résultats botaniques et zoologiques d'une Mission scientifique aux îles Samoa et Salomon et à l'archipel de la Nouvelle-Guinée. — M. **E. Kittl** a étudié les formations triasiques du nord-est de la Dobrogea. — M. **F. Cornu** montre que la gyrolithe n'est pas une apophyllite, normale ou décomposée, mais un minéral propre, cristallisant dans le système trigonal; sa densité est 2,39-2,4, son indice de réfraction 1,54. Sa composition répond à la formule $6SiO^2.4CaO.5(H,K,Na)^2O$.

Séance du 10 Octobre 1907.

1° Sciences physiques. — M. **M.-Z. Jovitschitsch** : Sur les produits de condensation de l'éthylène et de l'acétylène sous l'influence de la décharge électrique obscure. — M. **H. Meyer** fait observer que le produit décrit par Schrötter et Flooh sous le nom de phénylhydrazone de l'acide salicylique est en réalité le phénylhydrazide de cet acide, déjà préparé par lui.

2° Sciences naturelles. — M. **F. Steindachner** décrit une nouvelle espèce d'*Hemidactylus* d'Abyssinie, l'*H. erlangeri*, qui se distingue des *H. squamulatus* et *tropidolepis* par le mode hétérogène de disposition des écailles de la queue et le plus grand nombre de lamelles paires sur le côté inférieur de l'orteil et des doigts. — M. **L. Gius** a constaté que la submersion n'exerce, chez les plantules étiolées de *Vicia sativa*, aucune influence sur l'époque du commencement de la réaction héliotropique. Au contraire, la submersion produit un ralentissement de la réaction héliotropique des plantules normales de *Vicia sativa*. — M. **G. Beck von Managetta** : Etudes sur la végétation des Alpes orientales. I. La répartition des flores méditerranéenne, illyrique et alpine de l'Europe moyenne dans la vallée de l'Isongo. — M. **J. Jahn** : Sur l'âge quaternaire des éruptions basaltiques dans les fonds de la Moravie et de la Silésie. — M. **R. Lucerna** communique ses recherches de géologie glaciaire dans les Alpes de Liptau. Il y a trouvé trois sortes de cailloutis reposant sur l'Eocène : le Deckenschotter alpin, les cailloutis des hautes et des basses terrasses. Les moraines terminales de la dernière glaciation ont été trouvées dans toutes les vallées.

Séance du 24 Octobre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Hanni** présente un essai d'interprétation cinématique des équations de Maxwell en faisant usage du principe de réciprocité de la Géométrie. — MM. **A. Basch** et **A. Léon** recherchent quelles sont les formes de corps de rotation du genre des disques dans lesquels les tensions provoquées par les forces centrifuges créent en tous les points du corps le même danger de rupture et indiquent les solutions trouvées en se basant sur les diverses théories de la résistance.

2° Sciences physiques. — M. **A. Defant** a étudié les rapports entre la pression et la température de l'air avec des gradients de température variables avec la hauteur. La formule de Poisson ne peut servir que dans les cas où l'on observe une répartition adiabatique de la température avec la hauteur. La nouvelle formule préconisée par l'auteur ressemble à celle de Poisson, mais renferme, en outre, un membre sous forme d'une puissance de *e*. — M. **R. Kremann** a observé que la réaction entre la triacétine et l'alcool éthylique est accélérée catalytiquement par les ions OH en solution alcoolique; la constante d'équilibre est de 12,7 à 25°. — M. **F. von Hemmelmayr** a poursuivi l'étude des dérivés de l'onocérine. L'acide onocérique perd H^2O sous l'action de l'anhydride acétique; traité par Br, il en absorbe rapidement deux atomes, puis lentement un troisième. L'oxydation de l'onocérine par le permanganate en solution acétique donne à froid la dioxyonocétone, à chaud un acide $C^{26}H^{38}O^6$.

3° Sciences naturelles. — M. **V. Pietschmann** décrit deux nouveaux Sélaciens du Japon : le *Centrophorus Steindachneri*, voisin du *C. foliaceus*, et l'*Etmopterus frontimaculatus*. — M. **R. Wagner** a étudié la morphologie de quelques espèces d'*Amorpha* et a constaté des faits surprenants, inconnus chez les autres plantes. Une concaulescence régressive donne naissance à des complications qui se manifestent par l'apparition de bourgeons adventices, de telle sorte que les rapports de position paraissent irréguliers et que les bourgeons de feuilles, les fleurs et les tiges de fleurs se présentent en suites confuses.

Séance du 31 Octobre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. de Ball** présente une théorie de la rotation de la Terre, basée sur l'hypothèse que la Terre est un ellipsoïde de rotation aplati solide, formé de couches ellipsoïdales homogènes, et que les moments d'inertie de la Terre par rapport à tous les axes situés dans l'équateur et passant par son centre sont égaux. — M. **F. Hasenöhrl** développe, sur la base des théorèmes thermodynamiques et de la conception de la grandeur de mouvement électro-magnétique, une théorie de la thermo-dynamique d'un corps mobile donné, qui conduit, entre autres, à l'hypothèse de contraction de Fitzgerald et Lorentz.

2° Sciences physiques. — M. **F. Heckel** montre que la séparation difficile de la leucine et de la valline libres peut être améliorée par la cristallisation de leurs chlorhydrates. La leucine, oxydée par le permanganate, donne en partie de l'acide valérique de fermentation, en partie de l'acide normal.

3° Sciences naturelles. — M. **H. Elsler** : Le nectaire extra-floral et les papilles de la partie inférieure de la feuille du *Diospyros discolor*.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 28 Septembre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **D. J. Korteweg** présente au nom de M. **J. A. Barrau** : *L'extension de la configuration de Kummer aux espaces de $2^p - 1$ dimensions.* Si l'on représente par S_1 et S_2 les schémas $\frac{ab}{ba}$ et $\frac{cd}{dc}$ de caractères, par T_1 et T_2 les schémas $\begin{matrix}+&+\\+&-\end{matrix}$ et $\begin{matrix}-&-\\-&+\end{matrix}$ de signes, les combinaisons $\begin{matrix}S_1S_2\\S_2S_1\end{matrix}$ et $\begin{matrix}T_1T_2\\T_2T_1\end{matrix}$ donnent les deux schémas :

$$\begin{matrix}abcd\\badc\\cdab\\dcba\end{matrix} \quad \text{et} \quad \begin{matrix}+&+&+&+\\+&-&+&-\\+&+&-&-\\+&-&-&+\end{matrix}$$

En combinant successivement chacune des quatre lignes de quatre caractères avec chacune des quatre lignes de quatre signes, on obtient seize quadruples de quantités algébriques qui représentent les coordonnées de points des seize sommets d'une configuration $Cf(16_6)$ de Kummer, ou, si l'on veut, les coordonnées tangentielles des seize faces d'une $Cf(16_6)$. L'auteur étend ce théorème connu, d'abord à l'espace à sept dimensions, de la manière suivante. Si l'on représente par U_1 et V_1 les schémas de caractères et de signes de quatre lignes que nous venons de composer, que U_2 et V_2 indiquent des systèmes analogues, dont U_2 contient les caractères *d*, *e*, *f*, *g* et V_2 se déduit de V_1 par l'inversion des signes, la combinaison analogue des schémas $\begin{matrix}U_1U_2\\U_2U_1\end{matrix}$ et $\begin{matrix}V_1V_2\\V_2V_1\end{matrix}$ à huit lignes mène à 64 octuples de quantités algébriques qui peuvent être considérées comme les coordonnées de points des 64 sommets d'une configuration $Cf(64_{28})$ de l'espace ε_7, ou comme les coordonnées tangentielles des 64 espaces ε_6 d'une $Cf(64_{28})$. Comme les seize sommets de la configuration de Kummer se décomposent en quatre quadruples de sommets, les

sommets de quatre tétraèdres situés deux à deux en position de Möbius, les 64 sommets de la nouvelle $Cf(64_{28})$ se décomposent dans les huit octuples de sommets de huit simplexes doués entre eux, deux à deux, de la propriété analogue. Extension à l'espace ε_{15}, etc. — M. P. H. Schoute présente au nom de M. L. **Godeaux**, de Morlanwelz (près de Mons) : *Le théorème de Grassmann dans l'espace à n dimensions.* Le théorème de Grassmann : « le lieu d'un ε_0 tel que les ε_1 qui le joignent à trois ε_0 fixes rencontrent trois ε_1 fixes en trois ε_0 d'un même ε_1 est une variété V^3_4 » de la Planimétrie, dont la Stéréométrie connaît deux généralisations différentes, est généralisé pour l'espace ε_n par l'auteur, de la manière suivante : « Le lieu d'un ε_p tel que les ε_{r_i+p+1} qui le joignent à k espaces ε_{r_i} fixes rencontrent k ε_{s_i} fixes en k $\varepsilon_{r_i+s_i+p-n+1}$ d'un même $\varepsilon_{\sum(r_i+s_i)+k(p-n+2-1)}$, $(i=1, 2, \ldots k)$, est une variété $V^k_{(n-p)(p+1)-1}$. Application au système quadruplement infini des droites de l'espace ε_3.

2° Sciences physiques. — M. J. D. **van der Waals** : *Contribution à la théorie des mélanges binaires.* VI. *La ligne de plissement.* La ligne de plissement est le lieu des points de plissement, des points où le mélange se trouve dans l'état de pli. Si les points de la surface de saturation sont déterminés par les coordonnées T, p, x, la ligne de plissement située sur cette surface est déterminée par ses projections $p=f_1(T)$, $p=f_2(x)$, $x=f_3(T)$; si la surface est donnée en T, v, x, on a $v=f_4(T)$, $v=f_5(x)$, $x=f_3(T)$. Ces équations sont liées par une relation $p=\varphi(x, v, T)$. En éliminant T, on pourrait se servir de $F(p, v, x)=0$, etc. La forme la plus connue de la ligne de plissement est celle où le point origine coïncide avec le point critique de la première composante, le point terminal avec celui de la seconde composante. L'auteur s'occupe ici des propriétés des points singuliers de la courbe en question, en premier lieu des points doubles, dont il y a deux espèces bien différentes. En effet, un point double peut être le point d'apparition ou de coïncidence de deux points de plissement homogènes, ou de deux points de plissement hétérogènes; cependant, les critères mathématiques sont les mêmes. Températures maximum et minimum à la ligne de plissement. Autres points remarquables. Pression à trois phases; point terminal de cette pression à la ligne de plissement. Formes de la courbe en projection (p, T). — M. H. **Kamerlingh Onnes** présente, en son nom et au nom de M. W. H. Keesom : *Contribution à la connaissance de la surface de van der Waals.* XVI. Le coulage à fond de la phase gazeuse dans la phase fluide chez les mélanges binaires, dans le cas où les molécules de l'une des composantes n'exercent qu'une attraction faible. 1. Introduction. 2. La marche des phénomènes barotropiques. 3. Conditions sous lesquelles ces phénomènes se présentent. — Ensuite M. **Kamerlingh Onnes** présente, en son nom et au nom de M. J. **Clay** : *Remarques sur la dilatation du platine à des températures basses.* Dans la formule quadratique :

$$l_t = l_0\left(1 + \frac{at}{10^7} + \frac{bt^2}{10^{14}}\right)$$

de Scheel, et la formule cubique :

$$l_t = l_0\left(1 + \frac{a't}{10^7} + \frac{b't^2}{10^8} + \frac{c't^3}{10^{10}}\right)$$

de Benoit, les résultats sont :

$$\text{de } -183^\circ \text{ à } +16^\circ \begin{cases} a=877{,}7 \\ b=35{,}7 \end{cases} \text{Onnes et Clay (1905)}$$

contre

$$\begin{cases} a=861{,}5 \\ b=37{,}0 \end{cases} \text{Scheel (1906)};$$

$$\text{de } -183^\circ \text{ à } +80^\circ \begin{cases} a'=875{,}3 \\ b'=31{,}6 \\ c'=-1{,}49 \end{cases} \text{Onnes et Clay (1905)}$$

contre

$$\text{de } -190^\circ \text{ à } +100^\circ \begin{cases} a'=874{,}9 \\ b'=31{,}41 \\ c'=-6{,}94 \end{cases} \text{Benoit (1906)}.$$

3° Sciences naturelles. — M. H. **Zwaardemaker** : *Sur les affinités des odeurs.* La grande masse des odeurs et parfums qui se présentent dans la technique comme dans la nature se divise, d'après les opinions récentes, en neuf classes : o. éthériques, o. aromatiques, o. fragrantes, o. de musc, o. d'oignons, o. empyreumatiques, o. de capryle, o. narcotiques, o. nauséeuses. L'auteur a choisi un représentant de chaque classe, se caractérisant par un caractère chimique bien déterminé et par la propriété de se prêter d'une manière assez simple à des recherches olfactométriques. En faisant le mélange de ces neuf substances deux à deux dans l'olfactomètre à double entrée, on obtient 36 combinaisons différentes; au lieu de mener à des mélanges d'odeurs, on remarque dans plusieurs cas que les deux odeurs se sont anéanties, ou bien qu'il y a « concours », c'est-à-dire qu'on aperçoit les deux composantes l'une après l'autre, alternativement. Mais aussi, dans ce dernier cas, les impressions sont très faibles. Comme unité, l'auteur se sert de l'olfactie, la quantité minimale qui peut être reconnue par un organe normal. Ainsi l'auteur put étudier d'abord, pour chacune des 36 combinaisons, le quotient $\frac{p}{q}$ des nombres d'unités p et q des deux substances donnant lieu à un mélange inodore ou « concourant ». Ensuite, il représente, pour chaque combinaison, les deux composantes par des vecteurs égaux faisant entre eux un angle dont le cosinus est égal à $\frac{p}{q}$ (ou $\frac{q}{p}$ pour $p>q$) et il ajoute quelques considérations sur des triples de vecteurs et des quadruples de vecteurs. — M. H. J. **Hamburger** : *Sur une méthode d'extraction des enzymes et des pro-enzymes de l'estomac et des intestins et la détermination de leur distribution.* 1. Introduction : principe de la méthode. 2. Les appareils. 3. Quelques expériences. Distribution de la pepsine sur les membranes muqueuses de l'estomac. Distribution du pepsinogène. Influence du temps de contact. Distribution du ferment de présure. Distribution de l'entérokinase dans les intestins. Distribution de l'érepsine. Conclusions. — M. H. G. **van de Sande Bakhuyzen** : Notice nécrologique sur W. Koster, 1834-1907, depuis 1866 membre de l'Académie, de 1862 jusqu'à 1876 professeur d'Anatomie et de Pathologie à Utrecht.

P. H. Schoute.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 23 15 DÉCEMBRE 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande.

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Distinctions scientifiques

Les Médailles de la Société Royale de Londres. — Dans sa séance anniversaire annuelle du 30 novembre, la Société Royale de Londres a procédé ainsi qu'il suit à la remise de ses médailles :

Médaille Copley : Prof. A. A. Michelson, de Chicago, pour ses travaux sur l'Optique ;

Médailles Royales : M. E. W. Hobson, pour ses recherches mathématiques, et M. R. H. Traquair, pour ses découvertes relatives aux poissons fossiles;

Médaille Davy : M. E. W. Morley, pour ses travaux physico-chimiques, en particulier sa détermination des poids atomiques relatifs de l'oxygène et de l'hydrogène ;

Médaille Buchanan : M. W. H. Power, pour les services qu'il a rendus à la science sanitaire;

Médaille Hughes : M. E. H. Griffiths, pour ses contributions aux mesures physiques exactes;

Médaille Sylvester : Prof. W. Wirtinger, de Vienne, pour ses contributions à la théorie générale des fonctions.

Elections à la Société Royale des Sciences d'Upsal. — La Société Royale des Sciences d'Upsal, une des plus anciennes académies des pays du Nord, fondée en 1710, vient de procéder à l'élection de deux membres étrangers dans la Section Physico-Mathématique. Ont été élus: M. George E. Hale et M. Léon Teisserenc de Bort.

M. G. Hale est le directeur et l'organisateur du *Solar Observatory* que la Carnegie Institution, de Washington a fondé depuis deux ans sur le mont Wilson en Californie, dans une région dont le climat, rappelant celui du Sahara algérien, est très favorable aux recherches d'Astronomie physique.

Les travaux du célèbre astronome américain ont porté surtout sur la Physique solaire et stellaire et sur la Spectroscopie en général. La plupart ont été exécutés au *Yerkes Observatory*, qu'il a dirigé jusqu'en 1905; ils lui ont valu les médailles Janssen, Rumford et Draper.

M. Léon Teisserenc de Bort, directeur de l'Observatoire de Trappes, a été le collaborateur de M. Mascart dès la fondation du Bureau Central Météorologique en 1878. Il s'est fait connaître d'abord en trouvant la loi dite des isonomales, qui relie la répartition moyenne de la pression barométrique à celle de la température sur le Globe. Il a introduit en Météorologie la notion des « centres d'action », d'un usage général aujourd'hui, et a publié un grand nombre de Mémoires sur la Physique du Globe.

Depuis douze ans, il s'est consacré plus particulièrement à l'étude de l'atmosphère libre et de la circulation générale atmosphérique. Ses sondages aériens par ballons-sondes, exécutés tant à Trappes qu'en diverses régions du Globe, lui ont permis de prouver l'existence d'une partie de l'atmosphère dite « zone isotherme », où la température cesse de décroître quand on s'élève. Il a montré que, par cela même, on est assuré qu'il n'y a pas de courants à composante verticale notable dans cette zone et qu'ainsi elle nous indique la limite supérieure atteinte par les cyclones et anticyclones, ces phénomènes étant caractérisés par une variation de température voisine de l'état adiabatique, causée par les mouvements verticaux de l'air dans ces tourbillons.

Les autres savants français faisant partie de la Classe Physico-Mathématique sont, par ordre de nomination: M. Poincaré, élu en 1885; M. Mascart (1886); M. Picard (1898); M. Darboux (1900); M. Painlevé (1903); M. Lippmann (1906).

§ 2. — Nécrologie

Maurice Lœwy. — Après Tisserand, Callandreau, Prosper et Paul Henry, tous les quatre enlevés à la science par une mort subite, le directeur de l'Observatoire de Paris vient, à son tour, de disparaître brusquement, au moment où l'on s'y attendait le moins. Cette fin soudaine d'un homme dont le nom a brillé d'un vif éclat dans l'Astronomie française sera profondément ressentie dans tous les pays civilisés.

Maurice Lœwy est né à Vienne (Autriche), le 15 avril 1833. Il fit ses études à l'Ecole Polytechnique, puis à l'Observatoire de cette ville, et y acquit ses premières connaissances astronomiques. S'étant fait remarquer par des calculs d'éphémérides, des déterminations d'orbites et des observations équatoriales, il attira l'attention de Le Verrier 1860), qui lui proposa d'entrer à l'Observatoire de Paris.

Ne pouvant suivre la carrière astronomique en Autriche, à cause de l'intolérance religieuse qui régnait alors dans ce pays, Lœwy accepta l'offre de Le Verrier et vint prendre en France une part active aux services de l'Observatoire. Il ne tarda pas à se faire naturaliser Français et se livra tout entier, dans sa nouvelle patrie, au culte de la science qu'il préférait.

En 1873, Lœwy a succédé à Delaunay à l'Académie des Sciences.

Son œuvre comprenait, à cette époque, en dehors des observations courantes, la détermination des longitudes de Vienne, de Berlin, de Marseille et d'Alger, par rapport à Paris, et des recherches sur le calcul des orbites. Il avait également eu l'idée de l'équatorial coudé, qui supprime le déplacement de l'observateur au moyen de deux réflexions; mais il ne put la réaliser qu'en 1882, grâce à la libéralité de Raphaël Bischofsheim.

C'est surtout à dater de l'époque de son entrée à l'Académie que les travaux de Lœwy ont acquis un caractère d'originalité tout à fait remarquable. Appelé à s'occuper de questions relatives aux mesures de précision, à l'Observatoire, il s'attacha à perfectionner les méthodes d'observation, qui étaient restées stationnaires depuis Bessel, et leur fit faire des progrès qui seront difficilement dépassés.

Il étudia notamment les déformations des lunettes méridiennes, provoquées par la rigidité insuffisante des matériaux de construction. Il imagina, dans ce but, un dispositif optique, extrêmement ingénieux, fournissant simultanément, dans le plan du micromètre de ces lunettes, des images de l'objectif et du micromètre lui-même. Il résolut complètement, en comparant les positions de ces images, le problème si complexe de la mesure de la flexion astronomique à toutes les hauteurs, problème d'une importance capitale pour l'Astronomie de position.

On lui doit également des méthodes fondées sur l'observation des circumpolaires à une grande distance du méridien, pour la détermination des coordonnées absolues des étoiles, méthodes qui ont révolutionné les anciens moyens de mesure et permettent d'obtenir les positions de ces astres, avec un degré d'exactitude que l'on ne pouvait espérer atteindre autrefois qu'au prix des plus patients efforts.

La recherche directe de la constante de l'aberration, par des moyens ne nécessitant pas la connaissance des autres constantes astronomiques, est un des problèmes dont Lœwy est venu à bout de la façon la plus remarquable, en mesurant, à six mois d'intervalle, la variation de la distance angulaire de deux étoiles rendues visibles, dans une même lunette, par des réflexions sur un double miroir, d'angle constant. Le même dispositif se prête à l'étude expérimentale de la réfraction astronomique à toutes les hauteurs, étude qu'il était impossible d'aborder auparavant, sans recourir à des considérations théoriques assez incertaines.

Lœwy a consacré de longues années à la photographie de la Lune, et ses recherches sur cet astre, en commun avec M. P. Puiseux, ont été des plus fécondes. Grâce à des efforts ininterrompus pour améliorer sans cesse les résultats obtenus, grâce aussi à un moyen d'entraînement particulier de la plaque sensible et aux qualités exceptionnelles de stabilité du grand équatorial coudé, les cartes magnifiques, produites au foyer de ce bel instrument, ont acquis un degré de perfection tel que la surface visible de notre satellite est aujourd'hui mieux connue dans son ensemble que celle du Globe même où nous vivons. La discussion des épreuves a conduit à des résultats pleins d'intérêt sur la formation de son écorce et tout particulièrement des cratères.

Par ses méthodes, Lœwy a complètement transformé les moyens d'action de l'Astronomie de haute précision. Le couronnement de son œuvre, dans cet ordre d'idées, a été la découverte d'un nouveau mode opératoire pour déterminer les erreurs de division d'un cercle gradué, dans des conditions de sécurité inconnues auparavant et avec une somme d'efforts réduite au minimum.

Il venait de signer le dernier bon à tirer du Mémoire qu'il a écrit sur ce sujet, lorsque la mort est venue le surprendre.

Ce grand astronome rencontra souvent des difficultés dans le cours de ses recherches; mais il n'était pas homme à jamais se rebuter. D'une extrême ténacité, il réfléchissait sans cesse aux moyens de tourner l'obstacle qui l'arrêtait et ne s'avouait jamais vaincu. Il possédait la grande force de n'entreprendre qu'un seul travail à la fois et de concentrer ses facultés intellectuelles sur une idée unique, laissant de côté toutes les préoccupations qui auraient pu l'en distraire.

Membre du Bureau des Longitudes depuis 1872, et spécialement chargé de diriger la rédaction de la *Connaissance des Temps* et de l'*Annuaire*, pour la partie astronomique, Lœwy fit subir de grandes améliorations à ces recueils, qu'il laisse aujourd'hui universellement appréciés.

Directeur de l'Observatoire de Paris depuis 1896, après la mort de Tisserand, il s'attacha à développer l'initiative du personnel placé sous ses ordres, et favorisa les recherches originales des astronomes. Il donnait lui-même l'exemple de l'assiduité aux observations, se dépensant aux heures avancées de la nuit, sans songer au repos. Il a imprimé une impulsion vigoureuse à tous les services de l'Observatoire.

C'est grâce à son initiative et à son autorité universellement respectée qu'une entente internationale s'établit, entre tous les astronomes, au sujet de l'observation de la planète Eros, dans le but d'obtenir une nouvelle valeur très précise de la parallaxe solaire. Il prit en main la direction de l'entreprise et assuma le fardeau de la rédaction des nombreuses circulaires qu'il fallut répandre dans les deux hémisphères, pour assurer la coordination des efforts et l'unification des méthodes de réduction des mesures.

Foncièrement bon et bienveillant avec chacun, esprit juste et clairvoyant, homme d'une bonhomie exquise, Lœwy laisse après lui, dans l'Etablissement auquel il n'a cessé de faire honneur, le souvenir d'un caractère élevé et d'une vie entièrement consacrée au développement de l'Astronomie. **Maurice Hamy,**

Astronome titulaire à l'Observatoire de Paris.

§ 3. — Astronomie

La variabilité des petites planètes. — Parmi les nombreux problèmes soulevés par l'examen des petites planètes, il en est un sur lequel nous n'avons que des données très incertaines : c'est celui de leur variabilité.

Le fait que ces astres minuscules changent très vite d'éclat, dans certains cas, paraît maintenant hors de doute. On peut citer la planète Iris, par exemple, qui varierait d'un quart de grandeur en quatre heures, d'après le Dr Clemens, ou en six heures, d'après Wendell ; Economia, dont l'éclat augmente ou diminue de 4/10e de grandeur en 9 j. 1267. Tout le monde connaît les variations d'Eros, qui, au début de la découverte, ont tant intrigué les astronomes.

Quelle que soit l'explication qu'on en donne, on se trouve en présence d'un fait bien constaté. Il faudrait, pour résoudre le problème, des documents à l'abri de toute cause d'erreur, et jusqu'à ce moment nous devons avouer qu'il était difficile d'éliminer l'équation personnelle ou même les variations d'ordre atmosphérique.

Aussi les astronomes apprécieront-ils la méthode imaginée par M. Joel Metcaff. Celui-ci photographie une petite planète en faisant deux expositions d'égale durée sur la même plaque ; la chambre noire est guidée de façon que les images de l'astéroïde soient rondes, tandis que les images des étoiles voisines se montrent sous forme de traits. Si les deux ordres de trainées stellaires sont exactement semblables sur tout leur parcours, on a la certitude que la marche de l'horloge

et les conditions atmosphériques n'ont pas varié au cours de l'opération. Dès lors, si les deux images de l'astéroïde n'ont pas le même éclat, on a la preuve d'une variation.

M. Metcalf a tenté l'expérience sur la petite planète 1906 WE. Une plaque a été exposée le 6 novembre 1906 pendant une durée de soixante et onze minutes en deux fois, l'intervalle des deux poses étant d'une minute environ. On a pu ainsi constater pendant toute la durée une variation considérable réelle. La méthode est d'ailleurs susceptible de perfectionnements, mais on peut dire que, dès maintenant, elle pourra rendre de réels services au point de vue de la documentation.

Le passage de Mercure sur le Soleil du 14 novembre 1907. — Nous avons reçu de M. J.-J. Landerer, astronome à Valence (Espagne), la communication suivante : « A Valence, par un temps superbe, j'ai observé le dernier passage de Mercure devant le Soleil, ayant pu remarquer que la planète se détachait comme un disque parfaitement rond, plus noir que les noyaux des taches qui existent actuellement.

« Je crois intéressant de signaler qu'aucune trace d'atmosphère autour de la planète n'a pu être perçue, les champs de granulation photosphérique qu'elle envahissait n'ayant pas subi la moindre déformation apparente, comme il serait arrivé pour des rayons traversant un milieu transparent. Pour en avoir une complète certitude, j'ai employé des verres noirs de tons et d'intensités différents.

« Aucun point brillant n'a été observé en dedans du disque, et pas de ligament noir à l'approche des contacts intérieurs. **J.-J. Landerer.** »

§ 4. — Électricité industrielle

La télégraphie sans fil sur les navires de commerce. — Pour la première fois, une installation radio-télégraphique française a été inaugurée sur un navire n'appartenant pas à notre marine de guerre, et c'est au paquebot-yacht *Ile-de-France*, parti le 10 septembre dernier de Marseille pour effectuer la croisière en Grèce de la *Revue générale des Sciences*, que revient l'honneur de cette innovation. La *Compagnie transatlantique* a bien à bord de ses navires des installations de ce genre; mais, comme elle utilise exclusivement des appareils Marconi, défense lui a été faite par la Compagnie Marconi de communiquer avec d'autres appareils que les siens. *Ile-de-France* est donc le premier navire de commerce français communiquant, par la télégraphie sans fil, avec les postes côtiers de l'Administration des Postes et Télégraphes.

Ce paquebot a pu, dès le 10 septembre, en rade de Marseille, recevoir des dépêches venant de la tour Eiffel et du poste de la Marine française établi à Agde, et, dans la nuit du 10 au 11, communiquer avec la station de Porquerolles appartenant aux Postes et Télégraphes.

Cette installation, du système Octave Rochefort, fonctionne maintenant d'une façon régulière à bord d'*Ile-de-France* et permet d'échanger des dépêches avec des stations radio-télégraphiques de tous les systèmes.

Les longueurs des ondes émises sont de 300 mètres : la réception se fait, soit au son, soit sur bandes écrites en caractères Morse. L'antenne, en forme de T, se compose d'une grille horizontale tendue entre les deux mâts et qui est reliée à la cabine de l'opérateur par autant de fils qu'il y a de barreaux, fils se réunissant à la sortie de l'antenne du toit.

Il a été reconnu que la réception au son était plus sensible, le télégraphiste entendant dans un récepteur téléphonique les sons émis par l'expédition des points et des traits de la dépêche en signes de l'alphabet Morse.

Ces installations radio-télégraphiques ne tarderont certainement pas à se multiplier à bord des navires de commerce français, d'autant plus que, de son côté, l'Administration des Postes et Télégraphes a projeté et a même commencé à installer de nouveaux postes de télégraphie sans fil en France et aux Colonies.

C'est là une innovation dont on ne peut que suivre avec intérêt les résultats.

§ 5. — Agronomie

Applications de l'électricité à la culture. — L'*Electricien* rend compte d'expériences très intéressantes faites en Angleterre par M. Newman sur le traitement des plantes par l'électricité.

Cette question avait déjà été étudiée au XVIIIe siècle par Noblet, qui avait cherché le moyen d'utiliser les courants électriques pour développer la végétation. M. Newman, reprenant cette idée, a fait à Bitton, près de Bristol, à Gloucester et à Bevington Hall, près d'Eversham, une série d'essais, dont les résultats sont un premier pas fait dans le domaine des applications pratiques. C'est en 1904 que les premières expériences furent faites à Bitton au moyen d'une machine Wimshurst actionnée par un moteur à pétrole, l'un des pôles étant en communication avec la terre et l'autre avec des fils conducteurs placés à $0^m,40$ au-dessus des plantes soumises à l'essai. Ces conducteurs portaient, de distance en distance, d'autres fils se terminant en pointes dirigées vers le sol et d'où s'échappait constamment le fluide électrique, de façon à influencer les plantes placées à leur portée. Les expériences durèrent 108 jours, la machine marchant plus de neuf heures par jour : pendant deux mois, elle marcha principalement la nuit.

Des plantations de contrôle, non soumises à l'influence de l'électricité étaient placées dans des conditions identiques à celles des plantations expérimentées : la surface totale de ces deux catégories de plantations était d'environ 100 mètres carrés. Par la comparaison des récoltes, on put se rendre compte que le traitement électrique augmentait le rendement de la plupart des cultures dans des proportions très notables : pour les fraisiers, cette augmentation atteignait jusqu'à 80 %. Pour certaines plantes, telles que les haricots, il y avait une légère diminution de rendement, mais la récolte pouvait se faire plus tôt.

A Gloucester, en employant des tensions plus élevées et en plaçant les pointes à $1^m,50$ au-dessus des plantes, M. Newman put faire d'autres constatations non moins intéressantes. Il a pu notamment établir que, soumises à l'influence de l'électricité, les betteraves présentaient une augmentation de rendement de 33 % : leur proportion de sucre était portée à 8,8 %, alors que, dans les betteraves non électrisées, elle n'était que de 7,7 %. Certains autres légumes ont donné jusqu'à 50 % d'augmentation.

Comme ces premières expériences ne portaient que sur des étendues de terrain relativement restreintes, M. Newman a voulu les appliquer sur une plus grande échelle, et, pour cela, il les a renouvelées, à Bevington Hall, sur un champ de 16 hectares ensemencé en blé anglais et en blé du Canada. L'augmentation de rendement du premier a été de 29 % et celle du second de 39 %. De plus, l'électrisation a paru exercer une bonne influence sur la qualité de la farine, et, pour cela, le prix de vente des blés électrisés a été supérieur de 7 1/2 % à celui des blés non électrisés. Ces essais ont été faits avec le courant à haute tension fourni par une bobine d'induction. Des poteaux, distants de 70 mètres et disposés par rangées espacées de 100 mètres, supportaient les fils conducteurs, maintenus à une hauteur de $4^m,55$ par des isolateurs. Des fils minces en fer galvanisé, distants les uns des autres de 12 mètres, reliaient entre eux les fils conducteurs de deux rangées différentes et servaient à l'écoulement de l'électricité.

Cette influence du fluide électrique sur les plantes a été également expérimentée en France. Un électricien de Troyes, M. Knap, qui a fait édifier récemment une *maison électrique*, où tout est mû par l'électricité et

qui attire chaque jour un grand nombre de curieux, a installé devant cette maison une puissante lampe à arc envoyant des rayons lumineux intenses dans un jardin potager attenant à son habitation. On a pu constater que les plantes soumises à l'action de ce soleil électrique avaient une végétation beaucoup plus vigoureuse que celles qui étaient soustraites à cette action.

La théorie de ces faits n'est pas des mieux définies, et, d'autre part, il ne semble pas que, maintenant, les accroissements de rendement compensent suffisamment les frais d'installation. Néanmoins, les faits sont démontrés, et c'est un résultat assez intéressant pour que l'attention se soit portée vers les expériences de M. Newman et les autres expériences analogues.

§ 6. — Sciences médicales

Robert Koch et la maladie du sommeil. — Le Professeur Robert Koch, que le Gouvernement Allemand avait chargé, en avril 1906, d'aller en Afrique étudier la maladie du sommeil, vient de rentrer en Allemagne [1].

Malgré ses soixante-trois ans, le célèbre professeur avait accepté cette Mission, et, en compagnie de sa femme et de son assistant, il se rendit à Umani, où un séjour de quelques semaines fut consacré aux études théoriques préliminaires sur la maladie du sommeil.

Cette dernière, encore désignée sous le nom de léthargie africaine, à cause de l'un de ses caractères les plus saillants, présente une aire de distribution assez bien délimitée. Elle paraît être, en effet, l'apanage des régions tropicales de l'Afrique. Comme la malaria et la fièvre jaune, la léthargie africaine est une maladie *endémo-épidémique*, c'est-à-dire particulière à certaines régions et sévissant sur un grand nombre d'individus à la fois. Elle éclate parfois d'une façon soudaine dans des localités qu'elle paraissait avoir abandonnées, et y décime en peu de temps la population. Ses ravages sont tels que, devant ce fléau, les indigènes fuient et abandonnent leurs villages.

On sait que la maladie du sommeil est due, comme les autres affections infectieuses et transmissibles, à la présence d'un parasite ou *germe*, évoluant sur un *terrain* spécial, l'organisme humain. Du conflit du germe et du terrain résultent des troubles morbides qui se traduisent par des symptômes caractéristiques [2].

La maladie du sommeil rentre dans le cadre des « maladies à trypanosomes », espèce de long bacille à volute membraneuse, se développant dans le sang et le liquide céphalo-rachidien. On sait quelles autres affections redoutables engendrent ces parasites.

Le trypanosome de l'homme est inoculé par la piqûre d'une mouche, proche parente de la tsétsé du Nagana (*Glossina palpalis*), de la grandeur de nos mouches ordinaires, facile à reconnaître, car, lorsqu'elle se repose, elle croise les ailes; elle vit sur des buissons d'où elle ne s'éloigne guère.

Selon M. Koch, le sang des crocodiles constitue la principale nourriture de la mouche, qui sucerait le liquide entre les plaques. Il y a une relation constante entre la présence des crocodiles et l'existence de la maladie du sommeil. Comme il est impossible d'exterminer la mouche elle-même, il faut s'efforcer de faire disparaître les crocodiles et de détruire les buissons et les souterrains où ils se tapissent. M. Koch a essayé d'empoisonner ces animaux avec de la viande préparée, mais il a eu beaucoup de peine à empêcher les indigènes de manger leurs cadavres.

La maladie du sommeil fut introduite dans l'Ouganda par les Soudanais d'Emin Pacha, il y a six ans; depuis, environ 200.000 individus en sont morts

Le Professeur Koch, ayant appris que des symptômes de la redoutable maladie avaient été constatés à la Station allemande de Muansa (Lac Victoria), s'y rendit, mais il put se convaincre que la nouvelle était inexacte.

Les îles Sésé, possession anglaise au nord du lac Victoria, sont le siège principal de la maladie du sommeil. Sur la plus grande de ces îles, Robert Koch établit son campement en deux stations.

La première, composée du Dr Kudicke, médecin militaire des troupes coloniales, et du Dr Beck, conseiller ministériel, fut casée chez les Pères blancs et s'occupa du soin des malades.

La seconde était formée par Robert Koch, son assistant le Professeur Kleine et le sergent-major Sacher, chargé des listes et de l'alimentation des malades et des bêtes servant aux expériences. Robert Koch et ses compagnons campèrent pendant plus d'un an sous des tentes, par-dessus lesquelles on avait encore construit un toit en herbages, destiné à les protéger contre les intempéries et surtout contre les pluies torrentielles qui tombent pour ainsi dire sans discontinuer.

Entre les tentes d'habitation, on en dressa deux autres pour les travaux microscopiques, une pour les autres travaux scientifiques, une pour la photographie; on construisit, en outre, une baraque en herbages, où se firent les pansements; on entoura le tout d'une clôture.

La matinée était employée aux soins des malades, aux ponctions et préparations, tandis que les travaux microscopiques absorbaient l'après-midi.

La présence et les bienfaits de Koch furent bientôt connus aux alentours du campement; aussi plus de 2.000 malades vinrent-ils implorer les secours du savant. — Un fait frappa Koch: Beaucoup de ces indigènes venaient du district allemand de Bukoba, et cependant aucun indice de la maladie du sommeil n'y avait été relevé. Etonné de ce fait, Koch s'y rendit et trouva environ 400 malades; ces derniers, ayant émigré sur territoire anglais pour y gagner de l'argent, y avaient été contaminés et revenaient malades.

Il est un fait non moins curieux: c'est que tous les indigènes — sans exception — s'occupant de la récolte du caoutchouc sont infailliblement infectés. Aussi le Sultan des îles Sésé a-t-il interdit ce genre de travail à ses sujets.

C'est dans le département allemand de Schirati que la présence de la mouche redoutable paraît le plus à craindre; elle menace très sérieusement les districts d'Ouganda et du Muansa, ainsi que la populeuse île d'Ukerewe avec ses 40.000 âmes.

Robert Koch obtint des résultats merveilleux en injectant aux malades de l'atoxyl, mélange d'acide arsénieux et d'aniline. Ce traitement est reconnu comme étant le plus efficace, car il fait disparaître rapidement les trypanosomes, ces parasites des corpuscules sanguins. Il y a lieu de croire que les indigènes traités de la sorte seront désormais complètement à l'abri de la maladie du sommeil; mais, même en cas de rechute, l'atoxyl sera, jusqu'à nouveau progrès, le seul remède sérieux.

Pour combattre efficacement et rationnellement la maladie du sommeil, il faut tâcher de reconnaître au plus tôt les malades et de les isoler. Dans certaines contrées, il sera nécessaire d'isoler des populations entières.

L. et F. Blumstein.

§ 7. — Géographie et colonisation

La question d'Abyssinie et le chemin de fer de Djibouti. — Malgré les nombreuses descriptions dont elle a été l'objet, l'Abyssinie est encore fort mal connue. Son climat est à peu près agréable et sain, principalement aux altitudes élevées où la vie s'est concentrée. Le sol est fertile, et, par la combinaison d'une latitude sensiblement équatoriale et d'un relief très accentué, les plantes les plus variées de la zone tropicale et de la zone tempérée se superposent jus-

[1] *Strassburger Post*, 5 novembre 1907.
[2] H. Mandoul: *Science au* XXe *siècle*, 1903, 1904.

qu'à la région des pâturages, qui dépasse 4.000 mètres. Les richesses minières sont à peine soupçonnées : on sait seulement qu'il y a de l'or et du fer; l'industrie indigène n'a pas dépassé un état très rudimentaire. Il n'y a point d'art abyssin. En l'absence de statistiques commerciales, on évalue l'importation à 8 millions et demi de francs; elle est faite surtout de cotonnades américaines. L'exportation, d'une valeur sensiblement égale, se compose de peaux de chèvres, de café, de cire, d'ivoire, de civette et d'or.

Ainsi, l'Abyssinie est bien, au plein sens du mot, un pays neuf. On comprend dès lors que les convoitises qu'il éveille naturellement aient pu donner naissance à des intrigues diplomatiques et à des manœuvres de la part de groupes financiers. La « question » d'Abyssinie a été soulevée à propos du chemin de fer de Djibouti[1]. La voie qui doit relier ce port à Addis-Abeba a été concédée, en 1894, à M. Ilg, ingénieur suisse, conseiller de Ménélick, et à un de nos compatriotes, M. Chefneux, qui en ont fait une entreprise française, que notre Gouvernement subventionne. Les premiers travaux furent entrepris en 1897. Depuis décembre 1902, le chemin de fer est terminé sur une longueur de 310 kilomètres; il a traversé la bande désertique et s'avance sur le premier plateau abyssin jusqu'à Diré-Daoua, à 55 kilomètres de Harrar, et à mi-chemin entre la côte et Addis-Abeba. Sans doute, et dans l'état actuel de la ligne, il reste encore pour atteindre la capitale une vingtaine de jours pour les voyageurs, un mois et plus pour les marchandises; mais, étant donné que l'Abyssinie n'a pas accès à la mer, qu'elle ne dispose d'aucune voie navigable, et que tout jusqu'ici se transporte à dos de mulet ou de chameau, le chemin de fer de Djibouti représente la première voie facile ouverte au commerce extérieur éthiopien. C'est dire le rôle qu'est appelée à jouer, de ce chef, la magnifique escale que nous possédons sur la route d'Extrême-Orient.

Djibouti est un port admirablement abrité, qui a sur Aden la supériorité de posséder de l'eau douce en abondance. Quelques chiffres montreront l'heureuse influence du chemin de fer sur son développement. De 1901 à 1906, le mouvement commercial de Djibouti est passé de 13 millions et demi à 34 millions, soit en six années une augmentation de 265 °/₀. Dans le même espace de temps, le tonnage du port a monté de 360.000 tonnes à 600.000 tonnes, et les recettes douanières se sont élevées de 120.539 francs à 441.976 francs.

Les tentatives d'« internationalisation » de la ligne, auxquelles nous faisions allusion plus haut, n'ont heureusement pas abouti. Un arrangement, signé à Londres le 13 décembre 1906 par la France, l'Italie et l'Angleterre, garantit l'indépendance de l'Ethiopie et consacre au chemin de fer de Djibouti à Addis-Abeba son caractère d'entreprise française. L'Angleterre et l'Italie se réservent le droit d'établir des lignes semblables dans leurs zones respectives d'influence; leurs nationaux jouiront, en outre, pour les questions de commerce et de transit, du même traitement que les négociants français, à la fois sur le chemin de fer et dans le port terminus. Cette liberté commerciale est d'ailleurs une des conditions nécessaires à la prospérité de la ligne et au développement de Djibouti. **Pierre Clerget,**

Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon.

§ 8. — Enseignement

Le nouveau doyen de la Faculté de Médecine de Paris. — Les professeurs et agrégés de la Faculté de Médecine de Paris se sont réunis le 21 novembre pour désigner un successeur à M. Debove, dont le décanat prend fin le 15 décembre.

M. Landouzy, membre de l'Académie de Médecine, professeur de Clinique médicale, a été présenté en première ligne par 57 voix sur 63 votants. M. le Professeur Pouchet a été présenté en seconde ligne par le même nombre de voix.

Né à Reims en 1845, M. Landouzy fut nommé médecin des Hôpitaux en 1879, Agrégé en 1880 et Professeur de Thérapeutique en 1893.

Personnel universitaire. — M. Jules Gautier, Inspecteur général de l'Instruction publique, est nommé Directeur de l'Enseignement secondaire, en remplacement de M. Rabier, nommé Conseiller d'Etat.

M. Payot, Recteur de l'Académie de Chambéry, est nommé Recteur de l'Académie d'Aix.

M. Cauteret, Inspecteur d'Académie à Marseille, est nommé Recteur de l'Académie de Chambéry.

M. Camichel, Docteur ès Sciences, Maître de Conférences de Physique à la Faculté des Sciences de Toulouse, est nommé Professeur de Physique industrielle à ladite Faculté (*Fondation de la Ville de Toulouse*).

La Bibliothèque Carnegie à Edimbourg. — On sait que M. Carnegie, le célèbre industriel américain, s'étant demandé quel était le plus beau cadeau à faire à un peuple, avait donné à la ville d'Edimbourg, en 1886, 12.500.000 francs pour construire une bibliothèque à l'usage de tous.

Depuis, l'expérience ayant donné de bons résultats, M. Carnegie a multiplié les fondations de « librairies », estimant, à juste titre, que ces institutions sont des plus efficaces pour combattre l'alcoolisme engendré souvent par les stations au cabaret, seul endroit où le pauvre puisse se réfugier à ses moments de loisir.

La Bibliothèque d'Édimbourg est composée de deux étages. Le tout est confortable, sans luxe, mais avec toute la netteté du goût anglais : escaliers bitumés, murs recouverts de faïence, parquet des salles recouvert de linoleum épais qui étouffe le bruit des pas; et tout se lave. Le bois des meubles est lisse.

A l'entrée, pas un gardien, nulle consigne; sur le fronton, on lit : « Public et libre »; pas de vestiaire obligatoire. Seul un tourniquet enregistre le nombre des entrées.

La Bibliothèque est divisée en deux parties : la salle de lecture et la salle de prêts.

La salle de lecture comprend deux sections : les revues et journaux (400 revues, 32 journaux, dont un, le *Scotsman*, en sept exemplaires, des indicateurs de chemins de fer et de bateaux, des prospectus, des plans, des guides, etc.), et les livres. Dans cette section, pas de romans; mais des ouvrages de Géographie, d'Histoire, de Voyages, de Sociologie.

La salle de prêts est au-dessus. Le catalogue, qui coûte 60 centimes, a 600 pages et contient 52.310 numéros. On prête 345.670 volumes par an. Tous ces volumes sont en bon état; dès qu'ils se salissent ou se détériorent, on les remplace.

Cette bibliothèque est ouverte de 9 heures du matin à 10 heures du soir, sauf le dimanche.

Enfin, une section particulière — la *Reference Library* — contient plus de 60.000 volumes que l'on consulte seulement; un catalogue sur fiches est à la disposition du public.

Cette organisation se complète par une bibliothèque de prêts à domicile, qui comprend une bibliothèque centrale et cinq succursales, avec un total de 101.000 volumes.

L'entretien et l'achat des livres coûtent annuellement 500.000 francs.

Avec de telles ressources, on conçoit aisément que les résultats obtenus aient été satisfaisants.

[1] Cf. Lieutenant-colonel Péroz : Le chemin de fer éthiopien et le port de Djibouti, avec 1 carte. *Bulletin du Comité de l'Afrique française*, mars et avril 1907.

UN TRAITÉ DE GÉOMÉTRIE INÉDIT D'ARCHIMÈDE

(RESTITUTION D'APRÈS UN MANUSCRIT RÉCEMMENT DÉCOUVERT)

TEXTE DU TRAITÉ (*Suite et fin.*)[1]

(THÉORÈME XI-XIV).

Si, dans un prisme droit à bases carrées, on inscrit un cylindre ayant ses bases inscrites dans les carrés opposés et sa surface latérale tangente aux plans des 4 faces latérales du prisme, un plan passant par le centre du cercle de base et l'un des côtés du carré opposé détachera du cylindre un volume[2] *qui sera le sixième du volume total.*

Nous allons d'abord établir cette proposition par la méthode susdite [XI, XII, XIII], puis procéder à la démonstration géométrique proprement dite [XIV].

(XI).

Soit donc un cylindre inscrit dans un prisme à bases carrées. Coupons le prisme par un plan

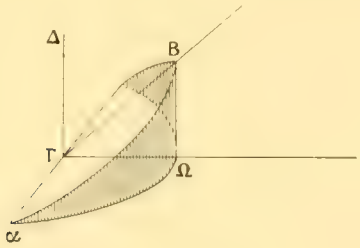


Fig. 12.

passant par son axe et perpendiculaire au plan ΓαB (fig. 12) qui a détaché le sabot de cylindre. Ce plan coupera le prisme circonscrit (fig. 13) suivant le rectangle AB et le plan sécant suivant la droite BΓ. Soit ΓΔ l'axe commun du prisme et du cylindre, EZ une droite qui lui soit perpendiculaire en son milieu (Θ); par EZ menons un plan (horizontal) perpendiculaire à ΓΔ.

Sa section dans le prisme sera un carré MN (fig. 14), et dans le cylindre un cercle ΞOΠP, tangent aux côtés du carré aux points Ξ, O, Π, P. Le plan sécant et le plan horizontal mené par EZ se coupent suivant la droite KΛ, que le diamètre ΠΘΞ coupe en son milieu. Dans le demi-cercle OΠP, menons une droite quelconque ΣT perpendiculaire à ce diamètre et à une distance ΠX de Π; par

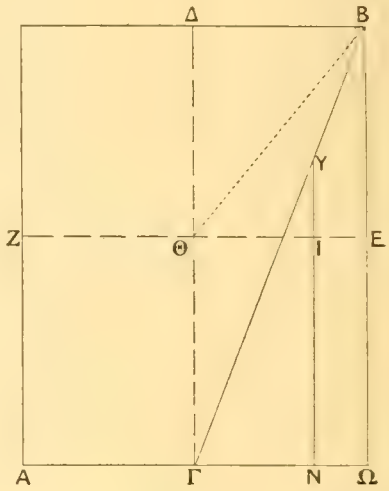


Fig. 13.

cette droite, faisons passer un plan (vertical) perpendiculaire au diamètre ΠΞ et prolongeons-le départ et d'autre du plan (horizontal) ΞOΠP. Ce plan

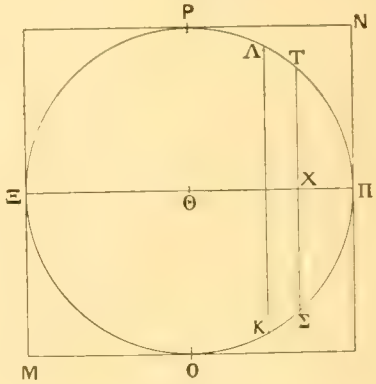


Fig. 14.

(vertical) déterminera : 1° dans le demi-cylindre — qui a pour base le demi-cercle OΠP et pour hauteur l'axe du prisme — une section en forme de rectangle dont un côté (horizontal) = ΣT, et l'autre côté (vertical) = l'axe du cylindre; 2° dans le sabot de cylindre, un autre rectangle dont un côté (horizontal) = ΣT, l'autre (vertical) = NY, NY étant une parallèle à BΩ, menée dans le rec-

[1] Voir la première partie du Traité, avec l'introduction de M. P. Painlevé et la Notice préliminaire de M. Th. Reinach, dans la *Revue* du 30 novembre 1907, t. XVIII, p. 911 et suivantes.

[2] Ce « sabot » ou « onglet » a pour faces : 1° une portion de la surface cylindrique; 2° un demi-cercle; 3° une demi-ellipse (intersection d'un cylindre par un plan oblique).

tangle AB[1] (fig. 13), à une distance IE (de BΩ) égale à XII.

Puisque EΓ est un rectangle et NI, ΘΓ des parallèles coupées par EΘ, BΓ, on a :

$$\frac{E\Theta}{\Theta I}=\frac{\Omega\Gamma}{\Gamma N}=\frac{\Omega B}{YN}.$$

Or, le rectangle déterminé dans le demi-cylindre est au rectangle déterminé dans le sabot comme ΩB est à YN : car leurs deux autres côtés sont égaux à ΣT. On a donc :

$$\frac{\text{rect. du } 1/2 \text{ cyl.}}{\text{rect. du sabot}}=\frac{\Omega B}{YN}=\frac{E\Theta}{\Theta I}=\frac{\Theta\Xi}{\Theta X}.$$

Supposons donc le rectangle du sabot suspendu en Ξ, ce point étant son centre de gravité, et ΠΞ un levier dont le milieu fixe est Θ. Le rectangle du demi-cylindre ayant (lemme V) pour centre de gravité X, l'égalité susdite signifie que les distances des deux centres au point fixe sont inversement proportionnelles aux aires des rectangles, et par conséquent que les deux rectangles s'équilibrent par rapport à Θ. On démontrerait de même, pour toute autre position de la perpendiculaire à ΠΘ menée dans le demi-cercle OΠP et par laquelle on mène un plan perpendiculaire à ΠΘ, prolongé dans les deux sens, que le rectangle déterminé dans le demi-cylindre, restant en place, équilibrera par rapport à Θ le rectangle déterminé dans le sabot, transporté au centre de gravité Ξ. Au total, la somme des rectangles du demi-cylindre — c'est-à-dire *le demi-cylindre restant en place — équilibrera par rapport à* Θ la somme des rectangles du sabot, c'est-à-dire *le sabot lui-même, transporté en* Ξ.

(XII).

Considérons maintenant séparément (fig. 15) le carré MHNΨ perpendiculaire à l'axe, [le cercle ΞOΠP, les diamètres rectangulaires PO, ΞΠ. Tirons] ΘM, ΘΠ et, par ces droites, menons des plans (verticaux) perpendiculaires au plan du demi-cercle OΠP et prolongeons-les au-dessus et au-dessous de ce plan. Nous formerons ainsi un prisme triangulaire ayant pour base un triangle égal à ΘMΠ, et une hauteur égale à l'axe du cylindre : ce prisme est (évidemment) le quart du prisme total circonscrit au cylindre.

Dans le carré MN, tirons deux droites KΛ, TY, équidistantes de ΠΞ (et parallèles à ce diamètre) : elles coupent la demi-circonférence OΠP aux points K, T, le diamètre OP en Σ,Z, les obliques ΘΠ, ΘM en X, Φ. Par ces droites, menons des plans perpendiculaires à OP et prolongeons-les au-dessus et au-dessous du plan OΞΠP. Chacun de ces plans produira : 1° dans le demi-cylindre qui a une base égale à OΠP et une hauteur égale à l'axe une section en forme de rectangle, dont un côté égale KΣ (ou TZ) et l'autre égale l'axe; 2° dans le prisme triangulaire ΘΠM une autre section rectangulaire, dont un côté égale ΛX (ou YΦ) et l'autre égale l'axe.

[Considérons la paire de rectangles égaux ΛX, YΦ du prisme, d'une part, et les rectangles correspondants ΣK, ZT du demi-cylindre, d'autre part. Tous ces rectangles ayant même hauteur, leurs aires

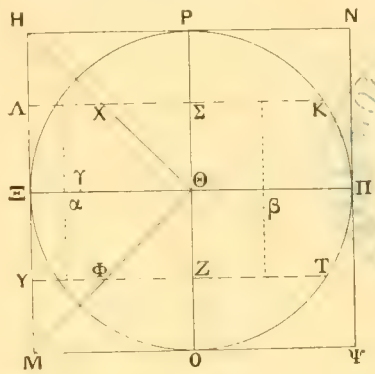


Fig. 15.

— égales deux à deux — sont proportionnelles à leurs seconds côtés. On a donc :

$$\frac{\text{rect. } \Sigma K+\text{rect. } ZT}{\text{rect. } \Lambda X+\text{rect. } Y\Phi}=\frac{2\text{rect. } \Sigma K}{2\text{rect. } \Lambda X}=\frac{\Sigma K}{\Lambda X}.$$

Les rectangles ΣK, ZT ont respectivement leurs centres de gravité au point de rencontre de leurs diagonales (lemme V) et par conséquent aux milieux des droites ΣK, ZT. Le centre de gravité de leur système sera donc situé sur la droite qui joint ces milieux (lemme II) et, par raison de symétrie, au milieu de cette droite, c'est-à-dire à sa rencontre β avec ΞΠ.

Semblablement le centre de gravité du système des rectangles ΛX, YΦ sera situé à la rencontre α de ΞΠ avec la droite qui joint les milieux de ΛX, YΦ.

Le triangle rectangle ΠΛX, semblable à ΠΞΘ, étant isocèle, on a ΛX = ΠΛ = ΣP. On a donc successivement :

$$\frac{\text{rect. } \Sigma K+\text{rect. } ZT}{\text{rect. } \Lambda X+\text{rect. } Y\Phi}=\frac{\Sigma K}{\Sigma P}=\frac{\overline{\Sigma K}^2}{\Sigma P.\Sigma K}=\frac{\Sigma P.\Sigma O}{\Sigma P.\Sigma K}=\frac{\Sigma O}{\Sigma K}$$

$$=\frac{\Sigma P+2\Sigma\Theta}{\Sigma K}=\frac{\Lambda X+2X\Sigma}{\Sigma K}=\frac{\frac{1}{2}\Lambda X+X\Sigma}{\frac{1}{2}\Sigma K}.$$

Or $1/2\,\Sigma K=\beta\Theta$; $1/2\,\Lambda X+X\Sigma=\alpha\Theta$. Si donc on considère ΞΠ comme un levier dont Θ est le milieu fixe, les systèmes (ΣK + ZT), (ΛX + YΦ) se font équilibre par rapport à Θ. Il en est de même pour toutes les

[1] Le texte dit ΔE.

autres positions des parallèles conjuguées AK, YT. Donc, au total, la somme des rectangles interceptés dans le prisme HΘM — c'est-à-dire le prisme HΘM — équilibrera par rapport à Θ la somme des rectangles du demi-cylindre — c'est-à-dire le demi-cylindre OHP.

On a vu plus haut que le demi-cylindre équilibre, par rapport au même point fixe, le sabot *transporté en* Ξ : il en résulte, par symétrie, que le sabot transporté en H équilibrera le prisme HΘM restant en place. Le prisme peut être considéré comme la somme des triangles égaux à HΘM empilés sur une hauteur BΩ. Chacun de ces triangles a son centre de gravité au point de rencontre de ses médianes (lemme IV), c'est-à-dire aux deux tiers de la médiane partant du sommet situé sur l'axe. Tous ces centres de gravité sont d'ailleurs évidemment en ligne droite; dès lors, le centre de gravité du prisme lui-même est sur cette droite (lemme II) et, par raison de symétrie, au milieu de cette droite, c'est-à-dire aux 2/3, en γ, de la médiane du triangle HΘM intercepté par le plan[1] équidistant des bases. L'équilibre du sabot et du prisme triangulaire par rapport à Θ exige donc qu'on ait :

$$\frac{\text{sabot}}{\text{prisme HΘM}} = \frac{\gamma\Theta}{\text{HΘ}} = \frac{2}{3},$$

et comme le prisme HΘM est le quart du prisme total, il vient bien :

$$\frac{\text{sabot}}{\text{prisme AB}} = \frac{2}{12} = \frac{1}{6}. \text{ C. q. f. d.}]$$

(XIII

Deuxième démonstration.)

Soit un prisme droit à bases carrées, ABΓΔ une de ses bases (fig. 16), un cylindre inscrit dans ce

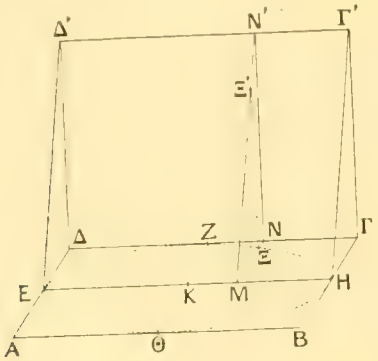


Fig. 16.

prisme, ayant pour base le cercle K tangent en E, Z, H, Θ aux 4 côtés du carré ABΓΔ. Par le centre K de ce cercle et le côté (Γ'Δ') de la base opposée du prisme qui correspond à ΓΔ, je mène un plan. Il détache du prisme total un prisme partiel qui en est le quart et qui est compris entre trois rectangles (HEΔ'Γ', HEΔΓ, ΓΔΓ'Δ') et deux triangles

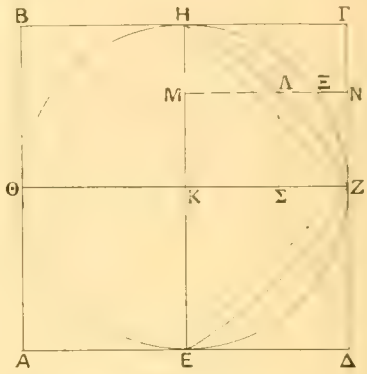


Fig. 17.

(rectangles) opposés (EΔΔ', HΓΓ'). Dans le demi-cercle EZH, inscrivons un segment de parabole, ayant pour base HE et pour axe KZ (fig. 17). Dans le rectangle ΔH, menons une parallèle quelconque MN à KZ : elle coupera la circonférence du demi-cercle en Ξ, la parabole en Λ. On a évidemment :

$$(1) \qquad MN.\Lambda N = \overline{NZ}^2,$$

et par conséquent :

$$(2) \qquad \frac{MN}{\Lambda N} = \frac{\overline{HK}^2}{\overline{\Lambda\Sigma}^2} \left(= \frac{\overline{HK}^2}{\overline{MK}^2}\right).$$

Par MN menons un plan (vertical) perpendiculaire à EH (fig. 16). Il interceptera : 1° dans le prisme partiel, un triangle rectangle (MNN'), ayant pour côtés de l'angle droit MN et une perpendiculaire (NN') à ΓΔ en N dans le plan ΓΔ (Δ'Γ'), et l'hypoténuse dans le plan sécant; 2° dans le sabot cylindrique, détaché par le plan sécant, pareillement un triangle rectangle (MΞΞ'), ayant pour côtés de l'angle droit MΞ et une perpendiculaire (ΞΞ') au plan KN menée le long de la surface du cylindre, [et l'hypoténuse dans le plan sécant.

[1] J'ai été obligé d'introduire cette démonstration sommaire de la position du centre de gravité d'un prisme, ce théorème ne figurant pas dans les ouvrages conservés d'Archimède. Il est possible qu'il fût exposé dans un ouvrage perdu auquel l'auteur se contentait de renvoyer ici. Il est possible aussi qu'au lieu du centre de gravité du prisme, Archimède ait déterminé celui du demi-cylindre.

[1] La première proposition est démontrée dans Apollonius, *Coniques*, I, 11, et l'était probablement dans les ouvrages élémentaires sur les coniques connus d'Archimède. On en déduit aussitôt $\frac{HK^2}{MN.\Lambda N} = \frac{HK^2}{NZ^2}$; en remplaçant HK par MN. NZ par ΛΣ, il vient $\frac{MN}{\Lambda N} = \frac{HK^2}{\Lambda\Sigma^2}$ (ou $\frac{MN^2}{\Lambda\Sigma^2}$). Notons d'ailleurs que l'égalité (2) résulte immédiatement de l'équation de la parabole (*Quad. parab.* 3) $\frac{HK^2}{\Lambda\Sigma^2} = \frac{ZK}{Z\Sigma} = \frac{MN}{\Lambda N}$.

Les triangles MNN′, MΞΞ′ étant semblables, on a :

$$(3)\qquad \frac{\text{tr. MNN}'}{\text{tr. M}\Xi\Xi'} = \frac{\overline{\text{MN}}^2}{\overline{\text{M}\Xi}^2} = \frac{\overline{\text{HK}}^2}{\overline{\text{M}\Xi}^2}.$$

Mais $\overline{\text{M}\Xi}^2 = \text{MH.ME} = (\text{HK} - \text{MK})\ (\text{HK} + \text{MK}) = \overline{\text{HK}}^2 - \overline{\text{MK}}^2$. Donc :

$$\frac{\text{tr. MNN}'}{\text{tr. M}\Xi\Xi'} = \frac{\overline{\text{HK}}^2}{\overline{\text{HK}}^2 - \overline{\text{MK}}^2}.$$

Or l'égalité (2) donne :

$$\frac{\text{MN}}{\text{MN} - \text{NA}} = \frac{\text{HK}^2}{\text{HK}^2 - \text{MK}^2},$$

donc :

$$(4)\qquad \frac{\text{tr. MNN}'}{\text{tr. M}\Xi\Xi'} = \frac{\text{MN}}{\text{MN} - \text{AN}} = \frac{\text{MN}}{\text{MA}}\ (^1),$$

c'est-à-dire : le triangle intercepté dans le prisme partiel est au triangle intercepté dans le sabot comme la parallèle MN menée dans le rectangle HΓΔE est à la partie de cette parallèle comprise entre EH et la parabole. Cette relation étant vraie pour n'importe quelle position de la parallèle, au total] la somme des triangles du prisme partiel est à la somme des triangles du sabot comme la somme des parallèles MN est à la somme de leurs sections comprises entre HE et la courbe. La première somme n'est autre que le prisme partiel, [la seconde le sabot], la troisième le rectangle HΓΔE, la quatrième le segment parabolique HZE, donc :

$$(5)\qquad \frac{\text{prisme partiel}}{\text{sabot}}\quad \frac{\text{rect. H}\Gamma\Delta\text{E}}{\text{segm. EZH}}.$$

[Le rectangle HΓΔE vaut deux fois le triangle HZE; le segment parabolique HZE vaut les 4/3 de ce triangle] car ceci a été montré précédemment[2]; donc :

$$\frac{\text{prisme partiel}}{\text{sabot}} = \frac{2}{4/3} = \frac{3}{2}.$$

Si donc le sabot vaut 2, le prisme partiel vaut 3, et le prisme total qui en est le quadruple vaut 12 : donc le sabot est bien le 6e du prisme. C. q. f. d.

(XIV

Justification rigoureuse de la démonstration précédente).

Soit un prisme droit à bases carrées, ΑΒΓΔ une de ses bases[3]..... [un cylindre EZHΘ inscrit dans le prisme. Un plan mené par le centre K du cercle de base EZH et un des côtés (Γ′Δ′) de la base opposée du prisme coupe le cercle de base suivant le diamètre EH (parallèle à Δ′Γ′)...] Il détache du prisme total un prisme partiel (HΓΓ′EΔΔ′) et du cylindre total un sabot cylindrique : il s'agit de montrer que ce sabot vaut le sixième du prisme total.

1° Je vais montrer d'abord qu'on peut inscrire dans le sabot cylindrique et lui circonscrire deux solides composés chacun d'une série de prismes qui ont même hauteur et pour bases des triangles semblables, solides tels qu'on peut ramener leur différence à être plus petite que toute grandeur donnée.

[Divisons (fig. 18) le diamètre HE en un nombre quelconque de parties égales; par chacun des points de division, menons des parallèles MN, M_1N_1... à KZ et par ces droites des plans perpendiculaires au plan de base K. Ces plans divisent le prisme partiel HΓΓ′EΔΔ′ en une série de prismes élémentaires ayant même hauteur = MM_1 et pour bases des triangles rectangles égaux = MNN′ (voir fig. 16). Ils déterminent aussi dans le sabot une série de sections en forme de triangles rectangles inégaux MΞΞ′, $M_1\Xi_1\Xi'_1$... Considérons deux sections voisines et soit $M_1\Xi_1 > M\Xi$. Projetons Ξ sur M_1N_1 en ξ_1 et Ξ_1 sur MN en ξ, et formons dans les plans verticaux les triangles $M\xi\xi' = M_1\Xi_1\Xi'_1$, $M_1\xi_1\xi'_1 = M\Xi\Xi'$. Le prisme élémentaire déterminé par les deux triangles égaux $M\Xi\Xi'M_1\xi_1\xi'_1$ est évidemment contenu tout entier dans la section du sabot qui a pour base le trapèze curviligne $M\Xi\Xi_1M_1$. Au contraire, le prisme élémentaire déterminé par les triangles égaux $M\xi\xi'M_1\Xi_1\Xi'_1$ contient tout entière cette même section. En opérant de même pour la section suivante, on formera de même un prisme élémentaire $M_1\Xi_1\Xi'_1M_2\xi_2\xi'_2$ inscrit dans le sabot et un prisme élémentaire $M_1\psi\psi'M_2\Xi_2\Xi'_2$ circonscrit et ainsi de suite. Si l'on compare les deux séries ainsi formées, on verra que chaque prisme élémentaire de la série circonscrite a pour équivalent un prisme de la série inscrite : ainsi le prisme circonscrit $M\xi M_1\Xi_1$ équivaut au prisme inscrit $M_1\Xi_1M_2\xi_2$ de la

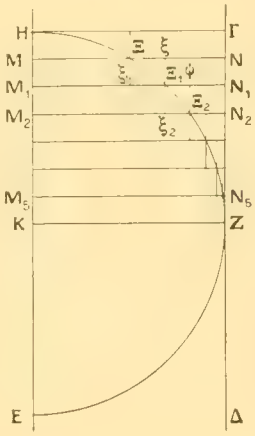


Fig. 18.

[1] On obtiendrait plus vite cette relation en partant de l'équation de la parabole $y^2 = \text{R}x$, d'où :

$$\frac{\text{R}^2}{y^2} = \frac{\text{R}}{x} \text{ et } \frac{\text{R}^2}{\text{R}^2 - y^2} = \frac{\text{R}}{\text{R} - x}.$$

Dès lors, on a $\dfrac{\text{tr. MNN}'}{\text{tr. M}\Xi\Xi'} = \dfrac{\overline{\text{MN}}^2}{\overline{\text{M}\Xi}^2} = \dfrac{\text{R}^2}{\text{R}^2 - y^2} = \dfrac{\text{R}}{\text{R} - x} = \dfrac{\text{MN}}{\text{MA}}.$

[2] Théorème I. On peut aussi traduire (en lisant ἐν τοῖς πρότερον ἐκτεθεμένοις) « dans un ouvrage précédent », à savoir dans *Quadr. parab.*, II, p. 251 et suiv.

[3] Les mots qui suivent (s'ils sont bien déchiffrés) signifieraient : « Comme le prisme est au prisme, ainsi le cercle EZH est... », ce qui n'offre point de sens. Il serait exact, mais sans intérêt, de dire que le prisme est au *carré* qui lui sert de base comme le cylindre est au cercle EZH.

section suivante[1]. Seul le dernier prisme circonscrit M_5N_5ZK n'a pas d'équivalent dans la série inscrite. La différence des deux séries se réduit donc à ce seul prisme deux fois répété (dans chacun des deux quarts de cercle). Or, ce prisme peut être rendu aussi petit que l'on veut en multipliant le nombre des divisions du diamètre HE et des plans verticaux[2]; donc aussi la différence des deux séries de prismes élémentaires, c'est-à-dire des deux volumes considérés, peut être rendue plus petite que toute grandeur donnée. A plus forte raison peut-on rendre plus petite que toute grandeur donnée la différence de chacun de ces volumes et du sabot qui est compris entre eux.

2° Je vais montrer de même (fig. 19) que si l'on trace l'arc de parabole HZE inscrit dans le demi-cercle HZE, on peut inscrire et circonscrire au segment parabolique HZE deux séries de rectangles élémentaires (correspondant aux prismes élémentaires des volumes du sabot) dont la différence peut devenir plus petite que toute grandeur donnée.

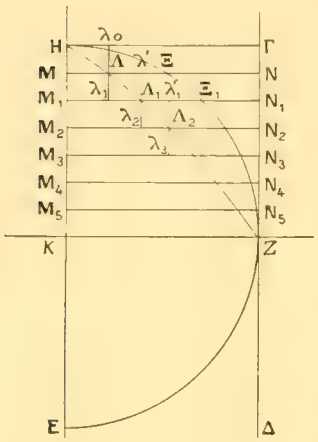


Fig. 19.

Chacun des plans sécants verticaux de tout à l'heure détermine dans le segment parabolique une trace $M\Lambda, M_1\Lambda_1$, etc. Ces traces sont équidistantes et de grandeur croissante depuis H jusqu'à Z. Si donc nous projetons Λ en λ_1 sur M_1N_1, Λ_1 en λ_2 sur M_2N_2... et de même Λ_1 en λ' sur MN, Λ_2 en λ'_1 sur M_1N_1..., nous formons deux séries de rectangles : l'une enveloppante $H\lambda_0\Lambda M$, $M\lambda'\Lambda_1M_1$, ... l'autre enveloppée $M\Lambda\lambda_1M_1$, $M_1\Lambda_1\lambda_2M_2$..., et chaque rectangle de la série enveloppante équivaut au rectangle enveloppé de la section suivante ($H\lambda_0\Lambda M = M\Lambda\lambda_1M_1$). Seul, le dernier rectangle enveloppant M_5N_5ZK reste sans équivalent. La différence des deux séries se réduit donc à ce rectangle élémentaire (deux fois répété), et comme, si le nombre des divisions du diamètre est suffisamment grand, on peut rendre ce rectangle aussi petit qu'on veut, la différence des deux séries elle-même (et *a fortiori* la différence de chacune d'elles à l'aire du segment parabolique qu'elles comprennent entre elles) peut être rendue plus petite que toute grandeur donnée.

3° Le prisme partiel est au solide inscrit (ou circonscrit) au sabot cylindrique comme le rectangle $H\Gamma\Delta E$ est à la somme des rectangles élémentaires inscrits (ou circonscrits) au segment parabolique.

Considérons d'abord le solide circonscrit (fig. 19). A chacun des prismes élémentaires déterminés dans le prisme partiel par deux plans sécants consécutifs correspond un prisme élémentaire du solide circonscrit. Comparons deux de ces prismes élémentaires correspondants HN, $H\Xi$. Ayant même hauteur, ils sont proportionnels à leurs bases, c'est-à-dire aux triangles rectangles MNN', $M\Xi\Xi'$.

Or, on a vu (n° XIII) que :

$$\frac{\text{tr. } MNN'}{\text{tr. } M\Xi\Xi'} = \frac{MN}{M\Lambda};$$

donc aussi :

$$(1) \quad \frac{\text{élément du prisme}}{\text{élément du solide circonscrit}} = \frac{MN}{M\Lambda} = \frac{\text{rect. } HN}{\text{rect. } H\Lambda};$$

et aussi :

$$(2) \quad \frac{\Sigma \text{ éléments du prisme (ou prisme partiel)}}{\Sigma \text{ éléments du sol. circ. (ou solide circonscrit)}} = \frac{\Sigma \text{ rect. } HN \text{ (ou rect. } H\Gamma\Delta E)}{\Sigma \text{ rect. } H\Lambda}.$$

(cf. lemme IX).

Pour le solide inscrit, la démonstration serait la même, puisque les triangles et les rectangles sont les mêmes deux à deux dans les deux séries. Toutefois, il faut observer que, tandis qu'à chaque élément du prisme partiel correspond un élément prismatique du solide circonscrit, en ce qui concerne le solide inscrit le premier élément de chaque demi-cercle (prisme HN) n'a pas de correspondant dans le solide, et de même pour les rectangles. On devra donc écrire en toute rigueur :

$$(3) \quad \frac{(\Sigma - 2) \text{ él. prisme}}{\Sigma \text{ él. solide inscrit}} = \frac{(\Sigma - 2) \text{ rect. } HN}{\Sigma \text{ rect. } M\lambda_1}.$$

Mais comme :

$$\frac{\text{él. prisme}}{\text{él. solide inscrit}} = \frac{\text{rect. } HN}{\text{rect. } M\lambda_1},$$

on ne change pas l'exactitude de l'égalité (3) en ajoutant au numérateur du premier membre deux éléments prismatiques et à celui du second deux rectangles HN, et l'on retombe alors sur l'égalité (2).

Ces préliminaires posés, supposons d'abord que le sabot soit *plus grand* que 1/6 du prisme total, c'est-à-dire que le prisme partiel soit moindre que 3/2 du sabot. Si petite que soit la différence, il en résulterait que le prisme partiel est aussi moindre que 3/2 du solide inscrit dans le sabot, car la différence de ce solide au sabot peut être rendue plus petite que toute grandeur donnée. Or] le prisme partiel est à ce solide inscrit (3°) comme le rectangle $H\Gamma\Delta E$ est à la somme des rectangles élémen-

[1] Cf. Euclide, *Élem.*, X, 1.
[2] Cf. *De Conoidibus*, 19 (I, 377, Heiberg).

taires inscrits dans le segment parabolique. Si donc l'hypothèse était vraie, on aurait :

$$\frac{\text{rect. } \Pi\Gamma\Delta E}{\Sigma \text{ rect. } M\Lambda\lambda_4 M_4} < \frac{3}{2}.$$

Mais on a vu (Théorème 1) que le rectangle ΠΓΔΕ vaut *exactement* les 3/2 du segment de parabole, lequel enveloppe la somme des rectangles $M\Lambda\lambda_4 M_4$: il est donc impossible que ce rectangle vaille moins que les 3/2 de cette somme; [l'hypothèse est donc fausse et le sabot ne saurait être plus grand que 1/6 du prisme total.

Supposons maintenant que le sabot soit *plus petit* que 1/6 du prisme total, c'est-à-dire que le prisme partiel soit *plus grand* que 3/2 du sabot. Si petite que soit la différence, on montrerait de même qu'il en résulte que le prisme partiel est aussi plus grand que 3/2 du solide enveloppant le sabot.] Mais le prisme partiel est à ce solide enveloppant (3°) comme le rectangle ΠΓΔΕ est à la somme des rectangles élémentaires circonscrits au segment parabolique. On aurait donc :

$$\frac{\text{rect. } \Pi\Gamma\Delta E}{\Sigma \text{ rect. } \Pi\lambda_0 \Lambda M} > \frac{3}{2}.$$

Or (Théorème I), le rectangle vaut exactement les 3/2 du segment parabolique, qui est plus petit que la somme des rectangles enveloppants; il ne saurait donc valoir plus que les 3/2 de cette somme : [donc l'hypothèse est fausse.

Puisque le sabot ne saurait être ni plus grand ni plus petit que le sixième du prisme total, il vaut donc exactement le sixième de ce prisme. C. q. f. d.].

XV[1]

[*Si l'on inscrit dans un cube deux cylindres ayant chacun ses bases inscrites dans deux faces opposées du cube et sa surface latérale tangente aux quatre autres faces, le volume formé par l'intersection des deux cylindres équivaut aux deux tiers du cube.*

Première démonstration (mécanique).

Supposons (fig. 20) que nos deux cylindres aient des axes horizontaux. Menons un plan vertical perpendiculaire à l'un de ces axes (α) et passant par le centre K du cube, et que ce soit le plan de la figure. Il coupera le cylindre (α) selon le cercle ΑΒΓΔ, le cube et le cylindre (β) selon le carré ΦΨΓΩΧ. Prolongeons AB, AΔ jusqu'à leurs intersections E, Z avec XΩ et complétons le rectangle EZΗΛ : ce sera une section verticale d'un prisme rectangulaire, qui a même hauteur que le cube et pour base un carré de côté double. Le triangle AEZ est la section verticale d'une pyramide à base carrée, ayant même base et même hauteur que ce prisme.

Prolongeons AΓ de AΘ = AΓ et considérons ΓΘ comme un levier ayant A pour milieu fixe. Menons un plan horizontal MN : il coupe les deux cylindres selon deux rectangles égaux, qui ont eux-mêmes pour partie commune un carré de côté ΞΟ qui coupe le cercle ΑΒΓΔ selon la corde ΞΟ. Ce même

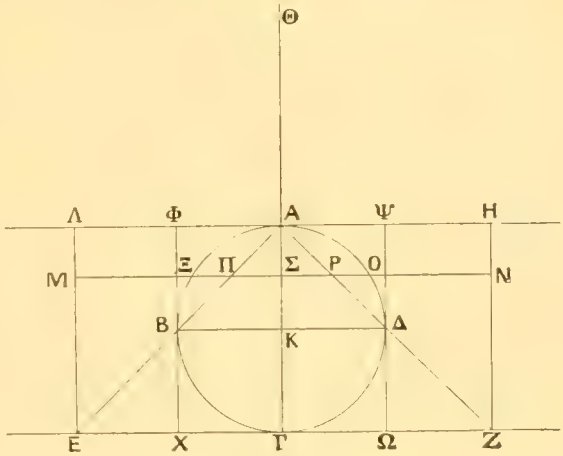


Fig. 20.

plan coupe le prisme selon un carré de côté MN, la pyramide selon un carré de côté ΗΡ.

On a (cf. le théorème II) :

$$\frac{A\Theta}{A\Sigma} = \frac{A\Gamma}{A\Sigma} = \frac{M\Sigma}{\Sigma\Pi} = \frac{\overline{M\Sigma}^2}{M\Sigma . \Sigma\Pi}.$$

Mais :

$$M\Sigma . \Sigma\Pi = \Gamma\Lambda . \Lambda\Sigma = \overline{\Lambda\Xi}^2 - \overline{\Xi\Sigma}^2 = \overline{\Lambda\Sigma}^2 - \overline{\Xi\Sigma}^2 = \overline{\Xi\Pi}^2;$$

donc :

$$\frac{A\Theta}{A\Sigma} = \frac{\overline{M\Sigma}^2}{\overline{\Xi\Sigma}^2 + \overline{\Sigma\Pi}^2} = \frac{\overline{MN}^2}{\overline{\Xi O}^2 + \overline{HP}^2} = \frac{\text{carré } MN}{\text{carré } \Xi O + \text{carré } HP},$$

c'est-à-dire que le carré MN, restant en place, équilibre par rapport à A les carrés ΞΟ, ΗΡ transportés en Θ comme centre de gravité. Cette proposition reste vraie pour n'importe quelle position du plan MN et, par conséquent, pour les sommes des trois espèces de carrés interceptés par chacun de ces plans. Donc, en totalisant, le prisme (somme des carrés MN) restant en place équilibre la pyramide (somme des carrés ΗΡ) et le volume commun aux deux cylindres (somme des carrés ΞΟ) transportés en Θ comme centre de gravité commun. Le

[1] La démonstration de ce théorème (dont l'énoncé a été donné dans le préambule) a péri en entier. Je l'ai restituée d'après l'analogie des démonstrations précédentes et en m'inspirant des observations de Zeuthen, *op. cit.*, p. 356, suiv. Mais, comme il s'agissait ici d'un morceau entièrement perdu, j'ai cru pouvoir me réduire à l'essentiel, sans chercher à reproduire le détail des raisonnements et des calculs, toujours un peu longs, d'Archimède.

prisme ayant évidemment pour centre de gravité K, on doit donc avoir :

$$\frac{\text{prisme}}{\text{pyramide} + \text{volume commun}} = \frac{\Theta\Lambda}{K\Lambda} = 2.$$

La pyramide vaut 1/3 du prisme, donc :

$$\text{prisme} = \frac{2 \text{ prismes}}{3} + 2 \text{ vol. comm.},$$

d'où :

$$\text{vol. comm.} = \frac{1}{6} \text{ prisme};$$

et comme le prisme vaut quatre fois le cube :

$$\text{vol. comm.} = \frac{2}{3} \text{ cube. C.q.f.d.}$$

Deuxième démonstration (géométrique).

Soit, comme précédemment, une section verticale. Menons (fig. 21) le triangle ΦΚΨ : ce sera la section

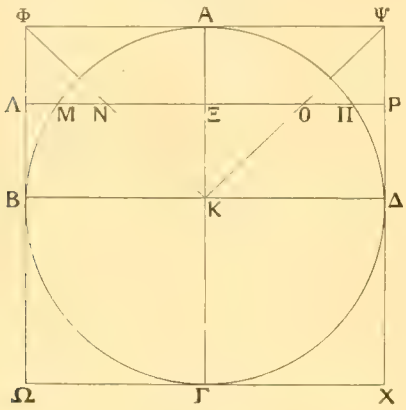


Fig. 21.

verticale d'une pyramide ayant son sommet en K et pour base un des carrés du cube. Un plan horizontal ΛP coupera le cube selon un carré de côté ΛP, la pyramide selon un carré de côté NO, le volume commun selon un carré de côté MΠ. On a :

$$\overline{\Xi K}^2 + \overline{\Xi \Pi}^2 = (\overline{K\Pi}^2 = \overline{K\Lambda}^2 - \overline{\Xi P}^2;$$

et, comme ΞK = ΞN, on a :

$$\overline{\Xi N}^2 + \overline{\Xi \Pi}^2 = \overline{\Xi P}^2.$$

C'est-à-dire :

carré (NO) + carré (MΠ) = carré (ΛP).

Cette égalité étant vraie pour n'importe quelle position de la parallèle ΛP, on a, en sommant :

Σ carrés NO + Σ carrés MΠ = Σ carrés ΛP,

c'est-à-dire :

2 pyramides ΦΚΨ + volume commun = cube ΦΨΧΩ [1].

Et comme la pyramide est le 6e du cube :

$$\text{volume comm.} = \text{cube} - \frac{2}{6} \text{ cube} = \frac{2}{3} \text{ cube. C.q.f.d.}$$

Remarque.

Considérons toujours les deux cylindres horizontaux (fig. 22 et 23). On a vu (1re démonstration)

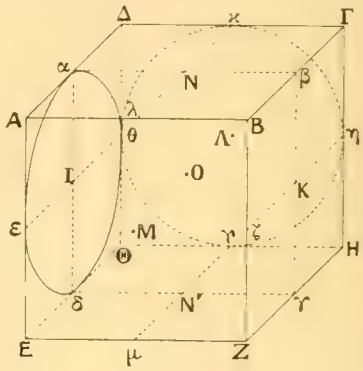


Fig. 22.

qu'une série de plans horizontaux les coupent selon deux rectangles qui ont pour partie commune un carré. Ces carrés vont en croissant depuis le point N (fig. 22) — auquel se réduit l'intersection des génératrices dans le plan AΓ — jusqu'au carré εζηθ correspondant à la section médiane, puis en diminuant de nouveau jusqu'au point N', centre de la base EZHΘ. Le solide commun [1] est formé par la

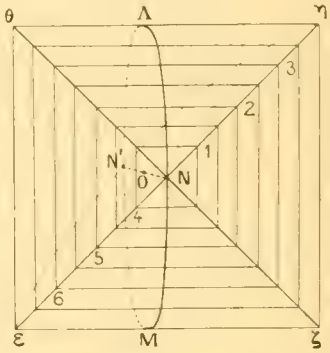


Fig. 23.

superposition de tous ces carrés. Les sommets de tous ces carrés, c'est-à-dire les arêtes du solide commun, sont (fig. 22) dans les plans BΔΘZ et AΓHE. Ces deux plans décomposent le solide com-

[1] Le passage de l'égalité des surfaces des sections à l'égalité des volumes est évidemment sans rigueur, mais inspiré de raisonnements analogues d'Archimède. Il serait, d'ailleurs, facile de donner au raisonnement plus de précision en décomposant la pyramide et le solide en deux séries de prismes carrés inscrits et circonscrits, dont leurs volumes sont les limites respectives (cf. la troisième démonstration du théorème précédent).

[1] Il a la forme dite en architecture « voûte d'arêtes » ou « voûte de cloître ».

mun en quatre portions de cylindre. Si nous les coupons par les deux plans verticaux médians du cube, αβγδ, λκμν, chacune de ces portions de cylindre se décompose en deux sabots ou onglets, pareils à ceux du théorème XI, égaux et adossés deux à deux par leur base : tel est, par exemple ηNN'Λ (fig. 23), (où l'on peut remarquer que XηX' est une demi-ellipse inclinée à 45° sur le plan NAN'). Chacun de ces sabots, en vertu du théorème XI, est égal au 1/6 d'un parallélépipède ayant même base que le cube et demi-hauteur, c'est-à-dire moitié du cube. Chaque sabot vaut donc 1/12 du cube, et comme le solide se décompose symétriquement en huit sabots pareils, le volume total représente les 8/12, c'est-à-dire les 2/3 du cube.]

NOTE ADDITIONNELLE

Les volumes calculés dans les théorèmes XI-XV ont été étudiés, indépendamment d'Archimède et même — prétendait-il — à l'encontre d'Archimède, par le comte Léopold Hugo, neveu du poète, dans une série de brochures (1867-1875) que résume l'ouvrage récent de E. Fourrey, *Curiosités géométriques* (Vuibert et Nony, 1907), p. 319 et suiv. Voici un aperçu de la méthode suivie. 1° *Volume du sabot* (Hugo dit : *onglet*) *cylindrique*. Considérons d'abord un cas spécial (fig. 24) : c'est l'onglet de rayon R, dont la hauteur CD serait égale à la circonférence $2\pi R$. Un plan perpendiculaire à AB détermine le triangle rectangle GEF, semblable à DOC. On a donc $\frac{GF}{EF} = \frac{DC}{OC} = 2\pi$, d'où $GF = 2\pi EF$. Par conséquent, l'aire du triangle $GEF (EF \times 1/2\, GF) = \pi \overline{EF}^2$, c'est-à-dire le cercle de rayon EF. Si l'on divise par une série de plans analogues l'onglet en volumes élémentaires, assimilables à des prismes de base EFG, E'F'G', OCD, etc., la relation ci-dessus permet de remplacer chacun de ces prismes par un cylindre ayant même hauteur que le prisme et pour rayons de base les segments EF, E'F', ..., OC, etc. La somme de ces cylindres élémentaires est une sphère de rayon R ; donc aussi le volume V de l'onglet $= 4/3\, \pi R^3$. — Soit maintenant un onglet quelconque v, de rayon R et de hauteur h. Comparons-le à l'onglet V de même base et de hauteur $2\pi R$. Les triangles de section ayant même base sont entre eux comme leurs hauteurs; il en est de même des volumes élémentaires et, par suite, des onglets. Donc $v = V \frac{h}{2\pi R} = 2/3\, R^2 h$ [il est facile de voir que cette expression équivaut bien à celle d'Archimède, puisque le prisme à base carrée du théorème XI-XIV a pour côté de base 2R et pour hauteur h, donc pour volume $4R^2h$, c'est-à-dire 6 fois l'onglet]. 2° *Volume du solide formé par la pénétration de 2 cylindres circulaires dont les bases sont inscrites dans les faces opposées d'un cube.* Ce solide est appelé par Hugo *équidomoïde à base* — ou plutôt *à section médiane — carrée*; il construit de même, en envisageant, au lieu d'un cube, un prisme triangulaire, pentagonal, etc., des équidomoïdes réguliers à « base » triangulaire, pentagonale, etc. — R étant le rayon du cercle de base, $2h$ l'arête du cube, l'équidomoïde à base carrée, composé de 8 onglets ayant R pour rayon de base et h pour hauteur, a pour volume $8 \times 2/3\, R^2 h$ ou, puisque $R = h$, $\frac{16}{3} h^3$. Le cube ayant pour volume $(2h)^3 = 8h^3$, l'équidomoïde vaut bien les deux tiers du cube. On démontre facilement que, si B *est la base* [section médiane], H la hauteur de tout équidomoïde régulier, son volume a pour expression 2/3 BH.

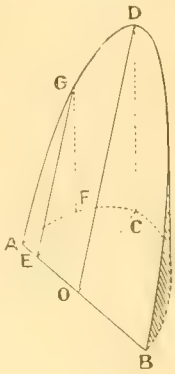


Fig. 24.

Théodore Reinach.

LA DISTRIBUTION DE LA FLORE DANS LA ZONE ALPINE

Les nombreuses herborisations effectuées jusqu'ici dans les Alpes ne nous renseignent que très imparfaitement sur la distribution locale de la flore alpine.

L'attention s'est surtout portée sur les plantes rares, dont les moindres localités sont mentionnées, tandis que les espèces vulgaires sont souvent négligées. Au point de vue des facteurs qui règlent la distribution florale, ces dernières sont pourtant les plus importantes; les espèces rares de la flore alpine, celles qui apparaissent dans quelques stations isolées, parfois même dans une seule, sont le plus souvent soit des espèces à distribution générale très sporadique, soit des espèces endémiques ou des « reliques glaciaires ». Toutes présentent un très grand intérêt au point de vue de l'histoire des flores; leur présence dans les stations qu'elles occupent actuellement s'explique non seulement par les conditions œcologiques qu'elles y rencontrent, mais encore par l'action de causes historiques et tout spécialement par les conditions d'immigration post-glaciaire.

En est-il de même pour les espèces vulgaires qui constituent le fond de la végétation des Alpes?

Afin de répondre à cette question, j'ai envisagé, dans un territoire alpin d'une certaine étendue, diverses subdivisions naturelles présentant entre elles, à côté de nombreuses analogies dans leurs conditions œcologiques (c'est-à-dire dépendantes du sol et du climat), un petit nombre de différences caractéristiques; j'ai cherché ensuite à déterminer, par comparaison, l'influence de ces analogies et de ces différences sur la composition florale.

I

Mes recherches ont porté principalement sur trois *districts* également distants l'un de l'autre de 50 kilomètres environ à vol d'oiseau. Ce sont :

1° Le haut bassin de la Sallanche et du Trient;

2° Le massif du Wildhorn;

3° Le haut bassin des Dranses.

Au point de vue topographique, ces trois territoires présentent de grandes analogies : tous trois comprennent de hauts sommets couverts de glaciers; tous trois, sauf le versant nord du Wildhorn, s'ouvrent sur la vallée du Rhône. Enfin, grâce à leur proximité, leurs conditions météorologiques générales paraissent très semblables.

Au point de vue pétrographique, par contre, ils sont nettement dissemblables : le massif du Wildhorn est essentiellement calcaire; le bassin du Trient comprend du gneiss et des calcaires; quant au bassin des Dranses, il présente un substratum des plus variés, où affleurent les schistes de Casana, les schistes houillers, le gneiss d'Antigorio, la protogine du Mont-Blanc, des schistes calcifères triasiques, etc.

Chacun de ces trois districts se subdivise en vallons parallèles, constituant autant de *sous-districts* comparables.

En faisant le relevé complet de toutes les espèces végétales rencontrées dans les zones alpine et nivale de chacun des trois territoires Wildhorn, Trient et Dranses, j'obtins les chiffres approximatifs suivants :

1. Wildhorn (W) . . . . 350 espèces environ.
2. Trient (T) . . . . . 470 —
3. Dranses (D) . . . . . 600 —
4. W.-T.-D. réunis. . . . 660 —

Sur les 600 espèces qui composent la flore du bassin des Dranses, une soixantaine environ n'ont pas été rencontrées jusqu'ici dans les deux autres districts T et W; sur les 470 espèces du haut bassin du Trient, une soixantaine également font défaut sur D et sur T; enfin, une trentaine d'espèces notées dans le massif du Wildhorn manquent à T et à D.

Dans chaque cas, la moitié au moins des espèces notées sur l'un seulement de nos trois districts, et qui manquent aux deux autres, sont des plantes subalpines ou silvatiques *communes*, dont la présence dans l'un des trois districts, à l'exclusion des deux autres, s'explique surtout par leur configuration topographique particulière et par la continuité plus ou moins grande qu'ils possèdent avec les zones subalpine et inférieure auxquelles ils confinent.

Une trentaine environ sont des espèces *assez communes* dans les Alpes du bassin du Rhône valaisan, mais qui font parfois défaut sur d'assez grandes étendues, sans qu'il soit possible d'expliquer leur absence dans l'un ou l'autre des districts que nous comparons par leurs conditions œcologiques particulières.

En définitive, sur les 660 espèces du territoire W.-T.-D., il n'y en a guère qu'une quarantaine de vraiment *rares* ou qui soient strictement localisées, d'une part dans les Alpes cristallines (Alpes pennines et massif du Mont-Blanc), d'autre part dans les Alpes calcaires (portion occidentale de la chaîne bernoise).

Il semble donc que la plus grande partie d'entre elles (plus des 9 dixièmes) pourrait, à la rigueur, se rencontrer simultanément sur les trois districts du territoire sus-mentionné. Or, comme le montre le tableau ci-joint, il est bien loin d'en être ainsi :

TABLEAU I. — *Coefficients de communauté.*

ESPÈCES CROISSANT SUR LES DISTRICTS	NOMBRE des espèces	ESPÈCES COMMUNES AUX DISTRICTS	NOMBRE des espèces	PROPORTION centésimale d'espèces communes
Trient-Dranses réunis	645	Trient et Dranses	390	60 °/o
Wildhorn-Trient réunis	525	Wildhorn et Trient	295	56 °/o
Wildhorn-Dranses réunis	647	Wildhorn et Dranses	327	50 °/o

Chacun de nos districts W, T et D possède donc, en dehors du nombre des espèces rares mentionnées plus haut, un nombre considérable d'autres espèces qui font défaut sur l'un des deux autres.

Le rapport du nombre des espèces communes à deux districts (T et D par exemple) au nombre total des espèces récoltées sur les deux districts réunis (T + D), c'est-à-dire leur *coefficient de communauté*[1], oscille, pour les trois termes de comparaison ci-dessus, entre 50 et 60 °/o (Tableau I).

Malgré leur proximité et l'analogie de leurs conditions œcologiques, nos trois districts possèdent donc une composition florale très dissemblable, et l'étude comparative de leurs florules nous montre qu'un grand nombre d'espèces communes, répandues dans toute la chaîne des Alpes centrales, font en réalité défaut sur de grandes étendues, bien qu'en apparence les conditions capables d'assurer leur existence soient partout réalisées.

A l'intérieur de leur aire de dispersion, les

[1] Calculé pour 100 espèces :

Le $\frac{\text{Nombre des espèces communes}}{\text{Nombre total des espèces}} \times 100 =$ Coefficient de communauté.

espèces les plus communes posséderaient-elles, comme les espèces rares, une distribution discontinue?

Pour chercher à résoudre cette question, je fis porter la comparaison non plus sur la totalité des espèces des districts W, T et D, mais seulement sur les espèces constituant un seul type de formation.

Je choisis pour cela la *prairie alpine* au-dessus de 1.900 mètres, en m'adressant autant que possible à des localités d'égale superficie et comparables au point de vue de la déclivité, de l'humidité et de l'état d'avancement de la flore.

Voici la liste de ces localités, avec l'indication de leur exposition, de la nature de leur substratum et du nombre des espèces récoltées sur chacune d'elles. Leur superficie (3-4 hectares en moyenne), leur déclivité (20-30°) et leur altitude (comprise entre 1.900 et 2.400 mètres) ne diffèrent que dans une faible mesure.

N° des localités		NOMBRE d'espèces
1.	*Plan la chaud* (Val Ferret), sur schistes triasiques calcifères. Exposition Ouest	101
2.	*La Peulaz* (Val Ferret), sur schistes triasiques calcifères. Exposition Est	107
3.	*Col Ferret* (Versant sud), sur jurassique inférieur avec affleurement de quartzites. Exposition Sud-Ouest	106
4.	*Alpes de Tsessetaz* (Combe de La, Entremont), sur dolomie. Exposition Est	99
5.	*Alpage des Vingt-Huit* (Bagnes), sur schistes calcifères triasiques et sur schistes de Casana. Exposition Ouest	140
6.	*Barberine* (Trient), sur calcaire jurassique inférieur. Exposition Sud-Ouest	114
7.	*Luisin* (Emaney), sur gneiss. Exposition Ouest.	173
8.	*Gagnerie* (Salanfe), sur calcaire jurassique supérieur. Exposition Ouest	117
9.	*Iffigen* (Wildhorn), sur calcaire crétacique et nummulitique. Exposition Sud-Est	147
10.	*Küh-Dungel* (Wildhorn), sur calcaire crétacique et nummulitique. Exposition Nord-Est	150

Au point de vue de leur richesse florale, on peut partager ces dix localités en deux groupes : 5 d'entre elles possèdent de 100 à 114 espèces environ; les 5 autres en ont de 140 à 173.

Il est facile de voir néanmoins que les coefficients de communauté des prairies comparées ne dépendent pas du nombre de leurs espèces.

Les localités du premier groupe (n°s 1, 2, 3, 4 et 6) comparées une à une, possèdent les C. c.[1] suivants (en chiffres ronds):

1:2 = 35 °/₀	2:3 = 36 °/₀	3:4 = 39 °/₀	*moyenne : 32,1 °/₀*
1:3 = 40	2:4 = 26	3:6 = 27	
1:4 = 40	2:6 = 30	4:6 = 27	
1:6 = 21			

Entre les localités du second groupe, les C. c. sont :

5: 7 = 30 °/₀	7: 8 = 26 °/₀	8: 9 = 31 °/₀	*moyenne : 32,4 °/₀*
5: 8 = 38	7: 9 = 27	8:10 = 38	
5: 9 = 36	7:10 = 34	9:10 = 42	
5:10 = 22			

[1] C. c. par abréviation pour *Coefficient de communauté.*

Enfin, le C. c. moyen, obtenu en comparant entre elles une à une les localités 1 à 10 (ce qui donne 45 rapports différents), est également de 32 °/₀ (exactement 31,5 °/₀).

Le C. c. le plus bas est de 21 °/₀ entre n° 1 (avec 101 espèces) et n° 7 (avec 173); les plus élevés s'observent entre : n° 4 (99 espèces) et n° 9 (147 espèces), C. c. = 39 °/₀; entre n° 1 (101 espèces) et n° 4 (99 espèces), C. c. = 40 °/₀, et entre n° 9 (147 espèces) et n° 10 (150 espèces), C. c. = 42 °/₀.

Mais, si la valeur des C. c. ne dépend pas de la richesse florale (*nombre* des espèces) des localités comparées, elle est, par contre, en relation avec les caractères œcologiques de ces localités, bien qu'on ne puisse observer toutefois aucune proportionnalité rigoureuse entre le degré de leurs analogies ou de leurs dissemblances œcologiques et la valeur des C. c.

II

En comparant entre elles, comme nous venons de le faire, nos dix localités une à une, on constate donc qu'en moyenne à peine un tiers seulement (32 °/₀) des espèces récoltées sur deux localités réunies croissent à la fois sur l'une et l'autre de ces localités.

En face de cette constance relative des coefficients de communauté, on pourrait croire à l'existence d'un groupe d'espèces ubiquistes se répétant dans chaque localité et constituant un noyau permanent de communauté. Or, *ce n'est pas ce qui a lieu* : sur 370 espèces récoltées sur nos 10 localités réunies, 108, soit presque un tiers, n'ont été notées que sur une seule localité, et 73, soit 1/5 environ, sur deux localités seulement. Il n'y a que 10 espèces sur 100 qui soient communes à 4 localités, 3 à 4 à 6 localités et 1 à 2 à 8 localités. Trois espèces seulement, le *Gentiana excisa*, l'*Homogyne alpina* et le *Nigritella augustifolia* (soit pas même 1 sur 100!) ont été récoltées sur chacune des dix localités.

Et pourtant, quel est le naturaliste qui n'ait remporté de la haute montagne l'impression que la *majorité* des espèces des prairies et des pelouses alpines se retrouve partout!

Il faut une observation attentive, complétée par une statistique minutieuse, pour se convaincre que la prairie alpine possède une composition florale infiniment variée, et que ses diverses stations, malgré l'uniformité physionomique qu'elles présentent, sont en réalité couvertes par des associations végétales très différentes.

C'est qu'en dehors des variations œcologiques apparentes, telles que celles du degré d'humidité, de la déclivité, de l'exposition, de la nature physique et chimique du sol, variations qui se trahissen

dans le tapis végétal par un nombre relativement faible de *formations* (prairies, pelouses, rochers, éboulis, sagnes, etc.), il en existe de beaucoup plus faibles, partant plus difficiles à apprécier, qui, dans une station en apparence uniforme, créent une infinie diversité. Le substratum, en particulier, même le plus homogène au point de vue géologique, peut présenter dans sa composition chimique, dans sa structure, dans sa compacité et dans les propriétés thermiques et hygroscopiques qui en découlent, des différences nombreuses qui retentissent sur la composition florale.

A cet égard, rien n'est plus instructif que la flore des sommets du Jura méridional, dont la zone culminante, entièrement formée de calcaires Kimméridjiens et Séquaniens avec quelques affleurements d'Argovien, possède une remarquable uniformité pétrographique. Tous ses sommets, compris entre 1.671 et 1.723 mètres, ont une altitude presque égale; ils sont tous situés sur la lisière méridionale du Jura et présentent, vis-à-vis des conditions topographiques environnantes, la plus grande analogie, spécialement en ce qui concerne la direction, l'intensité et la fréquence des vents.

Partout, ce sont les mêmes croupes gazonnées, les mêmes escarpements de calcaire blanc, la même sécheresse accentuée par les mêmes vents. Aussi, à part quelques types alpins et méditerranéens dispersés de place en place, la flore des sommets du Jura est-elle, pour le floriste, d'une désespérante uniformité. Et cependant, malgré cette extraordinaire uniformité apparente, deux localités, d'une superficie approximative d'un hectare chacune et distantes de 2 à 10 kilomètres, ne possèdent en commun que 40 à 50 % des espèces récoltées sur les deux réunies.

Les résultats qu'on obtient en comparant non plus des localités de 1 à 2 hectares de superficie, distantes de quelques kilomètres, mais des localités *contiguës de 1 mètre carré de surface*, appartenant à une seule et même prairie, sont encore beaucoup plus surprenants. Dans une prairie subalpine située à 1.200 mètres d'altitude dans la vallée des Ormonts (Alpes vaudoises), où je fis le relevé floristique de 52 carrés d'un mètre de côté (chaque mètre carré ayant en moyenne 25 à 30 espèces), je pus constater que la proportion des espèces communes à deux mètres carrés contigus oscillait le plus souvent entre 60 et 75 %, c'est-à-dire que, sur deux carrés contigus A et B d'un mètre de côté, peuplés par 38 espèces, 27 seulement, soit 66 %, sont communes à A et à B.

La conclusion dominante qui se dégage des faits que nous venons d'exposer, *c'est la diversité infinie de la flore alpine et des associations qui la constituent*, diversité telle qu'on ne trouverait probablement pas, dans toute la chaîne des Alpes, deux mètres carrés possédant exactement la même composition florale.

Cette diversité qui, au premier abord, semble parfaitement désordonnée, comporte cependant certains éléments d'ordonnance. C'est ce qu'il importe maintenant d'établir.

III

Parmi les espèces qui concourent à la formation du tapis végétal, les unes sont fréquentes, les autres le sont moins, d'autres enfin le sont très peu. On exprime en général ces divers degrés de fréquence par les quatre termes suivants : *rares*, *assez rares*, *assez communes* et *communes*.

Ces dénominations, telles qu'on les applique en général dans les flores, possèdent une valeur en partie subjective, qui dépend du degré d'exploration des contrées auxquelles elles s'appliquent ainsi que du jugement des floristes.

Il est toutefois possible de leur donner une valeur purement objective. En subdivisant un territoire donné en quatre portions égales et comparables, on appellera espèces rares celles qui se trouvent sur une portion seulement, assez rares celles qu'on note sur deux portions, assez communes celles qui se rencontrent sur trois portions, et communes celles qui croissent simultanément sur les quatre portions de notre territoire.

En partant du même principe, on peut déterminer tous les degrés de fréquence que l'on désire en augmentant, d'une façon correspondante, le nombre des subdivisions du territoire envisagé.

C'est ce que nous avons fait pour les 370 espèces récoltées sur les 40 prairies alpines mentionnées plus haut, ainsi que pour les 240 espèces notées sur 12 localités de la prairie-pâturage dans la zone culminante du Jura méridional.

Pour les premières, nous obtenons les degrés de fréquence suivants exprimés en % :

Espèces notées sur		1	localité.	29 %
—	—	2	—	20
—	—	3	—	12
—	—	4	—	9
—	—	5	—	8
—	—	6	—	5
—	—	7	—	6
—	—	8	—	5
—	—	9	—	4,5
—	—	10	—	0,9

Le graphique de la figure 1 nous montre l'allure de la courbe correspondant à ces chiffres (ligne ponctuée B). En groupant nos dix localités suivant quatre degrés de fréquence seulement, on obtient les chiffres ci-dessous, qui se traduisent graphiquement par une ligne presque droite, dans la-

quelle disparaissent les irrégularités du premier tracé (ligne pleine B″). La ligne B′ (en traits) correspond à cinq degrés de fréquence.

Espèces notées sur 1 et 2 localités, soit esp. *rares*.	49 °/₀
Espèces notées sur 3, 4 et 5 localités, soit esp. *assez rares*	39
Espèces notées sur 6, 7 et 8 localités, soit esp. *assez communes*	16
Espèces notées sur 9 et 10 localités, soit esp. *communes*	5,4

Le graphique de la figure 2 exprime les divers degrés de fréquence : A, de 240 espèces du Jura méridional ; B, de 370 espèces du territoire W.-T.-D. ; C, de 178 espèces des Alpes Graies. Il montre clairement que, d'une façon générale dans la zone alpine, le nombre des espèces rares est de beaucoup le plus élevé et celui des espèces communes le moins élevé.

En examinant les graphiques ci-joints (ainsi que d'autres que nous omettons de reproduire ici pour ne pas allonger), il est impossible de ne pas être frappé par la ressemblance qu'ils présentent avec les courbes de variation organiques (courbes galtoniennes, courbes binômiales).

Cette ressemblance serait, sans doute, plus accentuée encore si le nombre des espèces envisagées et celui de leurs localités étaient plus grands, et l'on peut supposer qu'alors la courbe exprimant les divers degrés de fréquence des espèces associées correspondrait à une demi-courbe galtonienne.

En attendant qu'elle se vérifie sur une plus grande échelle, la relation que nous venons de mettre en lumière tire une valeur toute particulière du fait qu'elle apparaît même dans la distribution d'un petit nombre d'espèces.

Pour les 92 espèces de la prairie des Ormonts, déjà mentionnée, on obtient, en effet, les chiffres suivants : espèces rares : 60 °/₀ ; assez rares, et assez communes : 23 °/₀ ; communes : 10 °/₀ ; ce qui confirme ce que nous disions plus haut et nous permet de conclure, d'une façon toute générale : 1° que, dans la prairie alpine, *les espèces rares sont les plus nombreuses*[1] *et les espèces communes les moins nombreuses ;* 2° que *la décroissance qu'on observe entre le nombre des espèces rares et celui des espèces communes s'effectue suivant une loi mathématique du même ordre que celle qui exprime les divers degrés de fréquence des variations organiques.*

Il est presque superflu de faire remarquer que, si le nombre des *espèces* rares dépasse celui des espèces communes, il n'en est pas de même du nombre des *individus*, et qu'en réalité ce sont *les individus appartenant aux espèces communes qui sont les plus nombreux*. Les éléments me manquent encore pour établir la proportion relative des individus suivant le degré de fréquence des espèces auxquelles ils appartiennent, autrement dit,

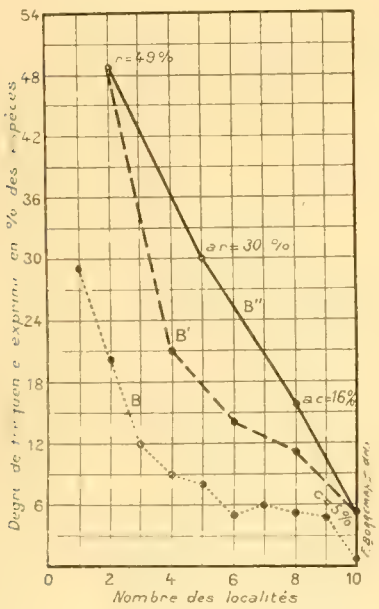


Fig. 1. — *Graphique montrant le degré de fréquence de 370 espèces de la prairie alpine.* — B, B′ et B″, courbes correspondant à 10, 5 et 4 degrés de fréquence.

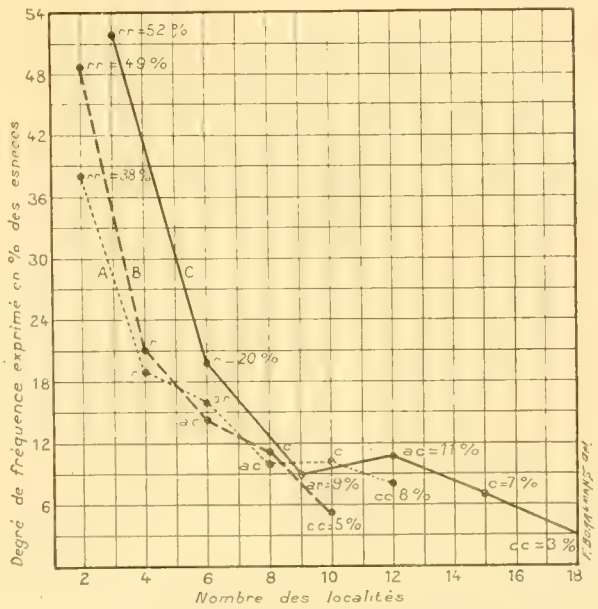


Fig. 2. — *Graphique montrant la proportion relative des espèces très rares* (rr), *rares* (r), *assez rares* (ar), *assez communes* (ac), *communes* (c) *et très communes* (cc) :
A) sur 240 espèces du Jura méridional ;
B) sur 370 espèces du territoire W.-T.-D. ;
C) sur 178 espèces des Alpes Graies (zone alpine sup.).

[1] Je dis *nombreuses* et non pas *fréquentes* ; j'insiste sur ce point pour éviter toute équivoque.

pour déterminer la *fréquence individuelle* par rapport à la *fréquence spécifique*.

Il est cependant possible d'entrevoir que la courbe exprimant la fréquence individuelle suit une marche inverse de celle qui traduit les divers degrés de fréquence spécifique.

En résumé, si nous envisageons l'espèce la plus commune d'une station donnée comme étant la mieux adaptée aux conditions œcologiques de cette station et comme en étant pour ainsi dire l'expression floristique moyenne, c'est-à-dire celle que réalise le plus grand nombre d'individus, nous voyons qu'autour de ce type moyen, à fréquence individuelle maximum, les autres se distribuent en nombre décroissant suivant leur degré décroissant d'adaptation.

Sur chaque portion restreinte de la prairie alpine, la distribution locale des espèces résulte donc non seulement de la combinaison — essentiellement variable d'un point à un autre — des facteurs œcologiques capables de favoriser ou d'entraver l'extension des espèces concurrentes, mais encore d'un facteur d'ordonnance mathématique, se traduisant par la relation constante existant entre les divers degrés de fréquence des espèces et des individus associés. Nous allons voir que ce facteur d'ordonnance n'est pas le seul.

IV

En déterminant pour les districts Dranses, Trient, Wildhorn, ainsi que pour des territoires plus étendus ou plus restreints, le rapport du nombre des genres au nombre des espèces qui entrent dans la composition de leur flore, on constate que ce rapport, que j'appelle le *coefficient générique*, varie dans d'assez larges limites.

C'est ce qui ressort avec évidence du tableau suivant :

	NOMBRE des espèces	NOMBRE des genres	COEFFICIENT générique calculé pour 100 espèces
Flore de la Suisse	2.453	659	27
— du Valais	1.850	592	31
— du Territoire W.-T.-D. .	661	221	33
— du haut bassin du Trient.	470	211	45
— de 10 prairies alpines .	370	210	57
— de 12 prairies du Jura .	240	141	60
Flore de 9 localités d'une prairie des Ormonts	92	73	79
Flore de 1 prairie du Jura . .	106	90	85

J'ai montré autre part[1], en m'appuyant sur un nombre assez considérable d'exemples, que, d'une façon générale, le coefficient générique *est d'autant moins élevé que les conditions œcologiques des territoires comparés sont plus variées.*

C'est ce qui ressort très nettement du tableau ci-dessus, dont les différents termes sont groupés par ordre de diversité œcologique décroissante.

Les facteurs qui influent le plus sur la valeur du coefficient générique sont surtout, ainsi que je l'ai montré dans l'un des Mémoires mentionnés plus haut, l'étendue, la complexité topographique et pétrographique, le degré d'isolement, enfin la latitude et l'altitude.

Je ne relèverai ici que ce qui concerne l'altitude, dont l'influence est particulièrement sensible dans la composition de la flore alpine. Les chiffres suivants, déduits des documents réunis par O. Heer dans son ouvrage *Die nivale Flora der Schweiz*, sont, à cet égard, des plus démonstratifs. Ils nous montrent que, dans les huit étages de 500′ établis par Heer dans la zone nivale des Alpes suisses et superposés à partir de 8.000′, soit 2.600 mètres, le coefficient générique va sans cesse en augmentant :

ÉTAGES (altitude croissant de I-VIII)	NOMBRE des espèces	NOMBRE des genres	COEFFICIENT générique calculé pour 100 espèces
I	338	139	41,4
II	227	111	49
III	153	78	51
IV	122	68	55,7
V	47	29	62
VI	22	16	73
VII	14	11	80
VIII	8	6	87,5

Pour la zone correspondante des Alpes Graies, le C. g. est de 53 °/₀ entre 2.600 et 3.200 mètres et de 69 °/₀ entre 3.200 et 3.500 mètres.

Nous en concluons que, d'une façon générale, *dans la zone alpine, la valeur du coefficient générique croît avec l'altitude*, autrement dit, lorsqu'on s'élève, le nombre des genres diminue moins rapidement que le nombre des espèces.

Ce phénomène, loin d'être le résultat d'une influence spécifique de l'altitude, n'est, en réalité, qu'une des manifestations de la loi générale que nous exprimions plus haut, concernant la relation du coefficient générique avec la diversité des conditions œcologiques.

On constate, en effet, au fur et à mesure qu'une station, telle que la prairie alpine par exemple, *s'uniformise*, qu'elle s'appauvrit plus rapidement en espèces qu'en genres ; lorsque l'uniformité œcologique est maximum, les espèces associées appartiennent presque toutes à des genres différents.

Or, dans la zone alpine supérieure, l'augmentation de l'altitude, grâce à son influence sur la distribution de la lumière, de la chaleur et de l'humidité, agit comme cause d'uniformité, ce qui se

[1] En particulier, dans deux des Mémoires dont les titres sont indiqués en note à la fin de cet article.

traduit par l'uniformité physionomique de la flore des hauteurs.

Seules les espèces ayant une adaptation étroite avec ce milieu réussissent à s'y maintenir. Entre plusieurs espèces d'un même genre, celles-là seulement qui possèdent l'adaptation la plus complète persistent, à l'exclusion des autres, si bien qu'en définitive la plupart des genres ne sont plus représentés que par une seule espèce.

Ceci nous amène à conclure que *le genre est non seulement une unité taxinomique plus ou moins arbitraire, mais une entité biologique dont la valeur s'affirme dans la distribution des espèces végétales soumises à une concurrence intensive.*

V

Cette même conclusion s'applique également, quoique d'une façon moins absolue, aux grandes subdivisions, classes ou ordres, des végétaux.

Elle se vérifie en tout cas pour les grandes subdivisions des Dialypétales et des Gamopétales, *dont les coefficients génériques varient d'une façon parallèle* et sont, le plus souvent, à peu près identiques au coefficient générique de la flore totale.

C'est ce qui ressort du tableau suivant :

	COEFFICIENTS GÉNÉRIQUES POUR		
	1. Territoire W.-T.-D. 661 esp.	2. Prairie du Jura (12 localités) 240 esp.	3. Prairie des Ormonts (9 localités) 92 esp.
Dialypétales	33 %	63 %	76 %
Gamopétales. . . .	33,6	63	74
Flore totale	33,4	61	79

Dans le premier territoire, où l'on envisage 661 espèces, la concordance des coefficients génériques est surprenante; dans le second et le troisième, elle est encore très remarquable, et le fait qu'elle se manifeste sur un aussi petit nombre d'espèces (240 et même 92!) nous permet de l'envisager comme l'expression d'une véritable *loi élémentaire* de distribution.

L'examen des flores de territoires étendus (Suisse, France et Allemagne, par exemple) montre, d'ailleurs, que cette concordance est tout à fait générale :

	COEFFICIENTS GÉNÉRIQUES POUR		
	4. l'Allemagne 2.500 esp.[1]	5. la Suisse 2.450 esp.[1]	6. la France 4.250 esp.[1]
Dialypétales	28,3 %	26,2 %	19 %
Gamopétales. . . .	28	26 "	19
Flore totale	28	26,4	19,7

La concordance que nous venons de signaler, dans des territoires d'étendue et de richesse florale très différentes, entre les coefficients génériques des Dialypétales et des Gamopétales et le coefficient générique total, semble indiquer que *les végétaux de ces deux classes ont un pouvoir d'adaptation sensiblement équivalent, puisque, dans la concurrence qui s'établit entre elles pour la conquête du terrain, leurs divers genres présentent une diversité spécifique semblable.*

Ceci étant, n'est-il pas légitime d'admettre que, dans la lutte qui s'établit entre eux, les individus sont, non seulement les représentants de telle ou telle espèce plus ou moins bien adaptée, mais encore les champions de groupes biologiques plus élevés, genres, ordres et classes, auxquels ils assurent une proportion déterminée dans la distribution totale?

VI

En résumé, l'analyse que nous venons de faire nous permet de considérer la distribution des végétaux dans la zone alpine comme résultant de l'action combinée de trois ordres de facteurs : 1° les *facteurs œcologiques* (nature du sol et du climat); 2° les *facteurs biologiques*, exprimés par le degré d'adaptation des espèces à leur station et mieux encore par le *pouvoir d'adaptation*, lequel est très inégal suivant les espèces; 3° les *facteurs sociologiques*, créés par la concurrence qui s'établit entre les espèces associées.

L'action des deux premiers facteurs a pour conséquence, dans chaque station, l'élimination d'un certain nombre d'espèces (sélection éliminatoire).

Le troisième facteur détermine la distribution locale des espèces non éliminées (sélection distributive).

Cette dernière sélection étant à la fois numérique et taxinomique, il y a lieu de distinguer :

1° Une *sélection numérique*, déterminant le *nombre* des individus et celui des espèces associées;

2° Une *sélection spécifique*, déterminant la nature des espèces associées, c'est-à-dire leur distribution suivant les genres, ordres et classes auxquelles elles appartiennent.

Paul Jaccard,

Professeur à l'École Polytechnique fédérale, Zurich.

[1] Chiffres approximatifs.

[1] Pour ne pas allonger, je laisse de côté ce qui concerne les autres grandes subdivisions du règne végétal, renvoyant les lecteurs que ces questions pourraient intéresser aux divers Mémoires où je les ai exposées avec plus de détails, entre autres : « Distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura »; « Distribution de la flore alpine dans le bassin des Dranses, etc. », et « Lois de distribution florale dans la zone alpine ». *Bulletin de la Soc. vaud. Sciences naturelles*, volumes XXXVI et XXXVII, Lausanne, 1901 et 1902.

REVUE ANNUELLE D'ANATOMIE

I. — Les glandes a sécrétion interne.

§ 1. — Les surrénales.

Nous avons déjà eu à deux reprises (en 1902 et en 1903) l'occasion de parler des surrénales dans ces revues annuelles; mais leur étude reste à l'ordre du jour, et de nombreux travaux sont venus enrichir la bibliographie.

Nous avons vu qu'on avait tendance à reconnaître, dans ces formations, deux organes distincts, emboîtés l'un dans l'autre, représentés l'un par la substance médullaire, l'autre par la substance corticale, et que, chez certains animaux, en effet, ces deux substances sont simplement accolées (Reptiles), ou même forment des organes complètement séparés (Sélaciens). Les dénominations employées sont donc mauvaises dès qu'on sort du groupe des Mammifères. Avec Kohn, nous désignerons de préférence la moelle (et les organes analogues) sous le nom de *tissu chromaffine*, pour rappeler sa réaction caractéristique par les sels de chrome (coloration en brun), ou sous celui d'*adrénalinogène*, parce qu'il est hors de doute aujourd'hui qu'elle est la source principale, sinon unique, de l'adrénaline. Pour la substance corticale, nous emploierons volontiers le mot *lipogène* (ou *lécithinogène*), puisque son caractère essentiel *est de se charger d'une graisse spéciale* (lécithine).

1. *Théorie uniciste et théorie dualiste.* — Nous devons tout d'abord dire que deux auteurs récents ne veulent pas admettre le dualisme dont nous venons de parler. Alors qu'il semble bien prouvé, par les travaux de Soulié par exemple, que les deux substances ont chacune son origine embryonnaire spéciale (la corticale de l'épithélium péritonéal, la médullaire des ganglions sympathiques), Minervini[1] admet, au contraire, une origine unique. Toute la surrénale dériverait en bloc du pronéphros. Ce bourgeon épithélial unique se différencierait secondairement en deux substances, toutes deux essentiellement glandulaires et à sécrétion interne, mais la médullaire resterait moins avancée dans son évolution épithéliale. On trouverait toujours des cellules de transition entre les deux.

Fuhrmann[2], d'autre part, divise bien la surrénale en deux parties, qui seraient à séparer absolument chez l'adulte parce qu'il n'existe pas de formes de passage entre leurs éléments; pourtant, dans la plus interne, il range non seulement la moelle, mais la couche interne de l'écorce, c'est-à-dire la zone réticulée et une partie de la fasciculée (au-dessous de la spongieuse de Guieysse). Les cellules médullaires ne seraient que des éléments de cette couche interne de l'écorce parvenus à un autre stade fonctionnel. L'auteur est donc contre l'autonomie de la moelle; il cherche, d'autre part, à dissocier le groupe des organes chromaffines ou paraganglions de Kohn, en niant l'identité de la cellule médullaire avec celle de la glande carotidienne.

Ces deux travaux[1] ne nous paraissent pas devoir ruiner la théorie dualiste. Fuhrmann n'aborde pas même les raisons embryologiques, qui sont ici pourtant d'un intérêt capital. Minervini, d'autre part, n'arrive à ses conclusions que par exclusion, et n'a pu examiner qu'un nombre de stades très insuffisant. Son travail, il est vrai, s'étend à toute la série des Vertébrés, mais il embrasse plutôt trop de matières : ses séries sont nombreuses, mais incomplètes. Il n'y a pas lieu de s'étonner de trouver parfois des cellules médullaires en pleine écorce chez les Mammifères, puisque ce mélange est normal en d'autres groupes.

A l'appui de la conception dualiste viennent, au contraire, toutes les recherches très intéressantes de Giacomini[2] sur les Vertébrés inférieurs. Sur la lamproie marine, cet auteur a montré que le système surrénal est constitué par deux séries de petits organes ou plutôt de groupes cellulaires (corps épithéliaux). Les uns, reconnaissables à leur réaction *chromaffine*, sont constitués par de petites plaques de cellules épithéliales en palissade, éparses tout le long des veines cardinales et de leurs premières ramifications (veines pariétales), et comprises dans la paroi même de ces veines, presque au contact du sang, dont elles ne sont séparées que par l'endothélium. Elles sont donc dans les meilleures conditions pour livrer une sécrétion interne. On les retrouve encore : en arrière le long de la veine cardinale, en avant le long des veines jugulaires. Elles ont donc avant tout des rapports étroits avec le système veineux; elles en ont conservé

[1] Minervini : *Journal de l'Anatomie et de la Physiol.*, t. XL, 1904, p. 449.

[2] Fuhrmann : *Archiv für mik. Anatomie*, t. LXXVIII, 1904-1905, p. 522.

[1] Roud déjà (Lausanne, 1902) ne trouvait chez la souris qu'une seule ébauche indifférente, et des transitions entre les deux sortes de cellules jusque chez l'adulte.

[2] Giacomini : *Monitore zoolog. italiano*, 1902 (Petromyzontes). — *Monitore zoolog. italiano*, 1902 (Téléostéens). — *Accad. dell. Scienze di Bologna*, 1905 (*Amiurus*). — *Accad. dei Lincei*, 1906 (Dipnéens). — *Monitore zool.*, 1904 (Ganoïdes). — Enfin : *Sopra la fine strutt. dell. caps. surr degli Anfibii*, Siena, 1902

pourtant avec les cellules sympathiques, qui seraient ici rares et éparses. L'autre série d'organes est constituée par des amas épithéliaux de caractères assez différents, contenant non plus des grains chromaffines, mais de la graisse, et répondant, par conséquent, à la substance ou tissu *lipogène* (cortical). De ces amas, les uns sont encore dans les parois veineuses, mais s'étendent moins loin en avant; les autres ont avec ces vaisseaux des rapports moins étroits et parsèment le tissu adipeux périaortique. Voilà bien les deux sortes d'organes admis par la théorie dualiste, reconnaissables à leurs réactions respectives, quelquefois au contact les uns des autres, le plus souvent séparés.

Or, cette disposition typique, comparable à la disposition connue depuis longtemps chez les Sélaciens et récemment étudiée en détail par Grynfellt, Giacomini la retrouve, plus ou moins marquée, chez tous les Vertébrés inférieurs.

Chez les Poissons osseux d'abord (Téléostéens), où l'on n'avait pu jusqu'ici le mettre en évidence, l'auteur italien nous montre le *tissu chromaffine* inclus aussi dans la paroi des veines cardinales, mais à peu près uniquement dans leur portion craniale, le long de la masse lymphoïde du rein[1]. Sur l'*Amiurus catus*, ces plaques occupent presque tout le pourtour du vaisseau. Quant au *tissu lipogène* (cortical), Diamare, Swale Vincent avaient montré, depuis longtemps déjà, qu'il est représenté par les corpuscules de Stannius, qu'on trouve à la surface du rein ou dans son épaisseur.

Chez les Ganoïdes (Esturgeon), mêmes dispositions; comme chez les Téléostéens, les rapports sont plus étroits avec les veines qu'avec le sympathique. Chez les Dipnéens (Protoptère), les organes chromaffines (corps suprarénaux) sont disposés par paires segmentaires le long des mêmes veines; les organes lipogènes n'ont pas encore été vus.

Enfin, chez les Amphibiens Urodèles, les deux sortes d'organes ont des rapports analogues avec les veines, bien que les amas chromaffines, constitués ici d'un épithélium en palissade de toute netteté, situé immédiatement au-dessous de l'endothélium, restent mieux liés aux ganglions sympathiques, dont ils sont vraisemblablement issus, ici comme ailleurs. Grynfellt[2] a confirmé ces faits. Chez les Anoures, les deux auteurs montrent que les cellules des deux tissus tendent à se mêler dans les cordons, qui constituent de chaque côté du corps une surrénale d'aspect unique plus ramassée, loin de laquelle on trouve pourtant des nids épithéliaux épars dans les ganglions, comme il en persiste chez les Vertébrés supérieurs.

[1] Srdinko a retrouvé la même disposition (Lophobranches). *Archiv für mik. Anat.*, 1903.

[2] Grynfellt : *Journal de l'Anat.*, 1904, p. 180.

Ces données semblent bien prouver qu'au cours du développement phylogénétique les glandes surrénales, d'abord dispersées en deux séries longitudinales d'organes, et en rapport surtout avec les grosses veines[1], secondairement avec le système nerveux sympathique, se sont peu à peu simplifiées, rapprochées, pénétrées, ramassées sur elles-mêmes, pour contracter des rapports accessoires avec le rein, tout en laissant en arrière une partie de leur tissu le long des ganglions, où on le retrouve jusque chez les Oiseaux et les Mammifères. Ce sont là des faits qui s'accordent assez bien avec ceux du développement ontogénétique (voir Revue de 1903), et tout à fait en faveur du dualisme de l'organe, qu'ils expliquent. Notons pourtant qu'une association fonctionnelle de plus en plus étroite règne partout entre les deux tissus.

Passons maintenant aux particularités de chacun d'entre eux.

2. *Substance médullaire, chromaffine ou adrénalinogène.* — Si la *parenté* des cellules chromaffines avec le système nerveux sympathique s'affirme surtout par le développement, on en trouve des traces jusque chez l'adulte. C'est ce que montre notamment de nouveau Kose[2], chez les Oiseaux. Il trouve dans les ganglions ces éléments épars ou par petits groupes entre les cellules nerveuses. Parfois, on rencontre des amas de cellules à petits noyaux; il les considère comme représentant un état embryonnaire du sympathique, où l'on peut trouver la transition entre la cellule ganglionnaire et les différentes variétés de cellules chromaffines par lui décrites. Ciaccio[3] fait des constatations analogues chez les Reptiles et les Oiseaux : jusque chez l'adulte, il y aurait formation d'éléments nerveux aux dépens de cellules embryonnaires capables d'évoluer tout aussi bien en tissu chromaffine. Mais, une fois cette évolution accomplie, la nature épithéliale et sécrétrice de ce tissu est de toute évidence, et il n'y a pas lieu de le considérer (ainsi que fit Kohn dans ses premiers travaux) comme formé par une variété particulière de cellules nerveuses. Tous les autres auteurs récents s'accordent, d'ailleurs, sur ce dernier point : Diamare[4], Da Costa[5], Giacomini, Grynfellt y insistent particulièrement. Grynfellt tient ces éléments pour « absolument indépendants » du tissu sympathique chez l'adulte (Amphibiens).

[1] Aug. Pettit avait déjà insisté sur la persistance de ce rapport dans toute la série des Vertébrés.

[2] Kose : *Archiv für mik. Anat.*, t. LXIX, 1906-1907.

[3] Ciaccio : *Arch. ital. de Biologie*, t. XLIII, 1905, p. 17.

[4] Diamare : *Archivio di Anatomia*, t. I, 1903, et *Anatom. Anzeiger*, t. XXVI, 1905.

[5] Da Costa : Glandulas suprarenaes, *Thèse*, Lisbonne, 1905.

Les *caractères* des cellules chromaffines ont été étudiés plus à fond. Giacomini, puis Grynfellt et Ciaccio[1] ont montré, presque en même temps, que le brunissement caractéristique produit par les sels de chrome porte sur les innombrables petits grains qu'elles contiennent, et que Grynfellt appelle, pour cette raison : *grains chromaffines*. Diamare a soutenu, au contraire, que la réaction brune était diffuse dans tout le corps cellulaire; mais Ciaccio a pu attribuer cette erreur à un séjour trop prolongé dans le liquide de Muller, qui fixe insuffisamment. Un séjour plus court, l'addition de formol, localisent nettement la coloration sur les grains.

Ceux-ci ont d'autres réactions caractéristiques. Giacomini (1902), puis Ciaccio, Mulon[2], ont réussi à les teindre en vert ou violet cuivre par le perchlorure de fer, c'est-à-dire à leur appliquer la réaction de Vulpian, employée depuis longtemps pour déceler à l'œil nu la substance médullaire. Ciaccio l'appelle réaction sidéraffine et lui attribue une importance particulière. On peut la provoquer encore plusieurs jours après la mort, tandis que la réaction chromaffine ne s'obtient que dans les premières heures. Les grains qu'on trouve dans les vaisseaux ne donnent que la première. L'auteur italien croit donc à deux sortes de grains différents, à deux substances différentes, mais dérivant probablement l'une de l'autre, la chromaffine ou adrénalinogène étant la première en date, la seconde étant probablement l'adrénaline elle-même. La plupart des autres auteurs croient pouvoir également considérer les grains chromaffines comme représentant l'adrénaline ou un *préstade* de cette substance, isolée comme on le sait par Takamine en 1901, et dont la propriété capitale est d'amener le ralentissement du cœur et l'élévation de la pression sanguine (Oliver et Schæfer, etc.). Le substratum histo-physiologique de cette fonction, déjà localisée dans la médullaire par Swale Vincent, Moore, Langlois, etc., semble donc nettement établi aujourd'hui.

Ajoutons à ces réactions des grains celle qui a été découverte par Mulon : exposés aux vapeurs d'acide osmique, dans une coupe fraîche faite par congélation, ils deviennent d'abord roses, puis bruns, puis noirs. Or, une solution d'adrénaline *in vitro* donne exactement la même réaction. C'est une nouvelle preuve, des plus nettes, en faveur du rôle adrénalinogène des cellules médullaires. Laignel-Lavastine[3] colore aussi les grains en brun noir par l'imprégnation argentique de Cajal. Quand ils ont perdu leur chromaffinité, ils peuvent encore, d'ailleurs, être souvent fixés et colorés par l'éosine (Grynfellt) ou la fuchsine (Marassini).

Ici, comme ailleurs, on a cherché à préciser le *mécanisme de la sécrétion*. Tout d'abord quelques-uns rapportent au noyau la phase initiale d'élaboration. Rabl, Vincent avaient déjà signalé, chez les Oiseaux, l'existence d'un « matériel nucléaire », que Diamare retrouve chez les Reptiles. Marassini[1], qui ne croit pas au rôle du noyau dans la substance corticale, croit pouvoir affirmer qu'ici, dans la médullaire, il prend « une part active et directe à l'élaboration »; les grains spécifiques, d'abord simplement fuchsinophiles, s'y formeraient et seraient de là « reversés » dans le cytoplasma. Mais Bonnamour[2] se montre, avec raison, beaucoup plus réservé, et dit simplement (en parlant d'ailleurs des deux substances) que les variations de chromaticité et de richesse en chromatine des noyaux semblent indiquer leur participation au travail élaborateur. Dans la cellule médullaire du hérisson, il met en évidence une sorte de paranucleus, qui serait plutôt, pour Lydia Félicine, une sphère attractive avec diplosome.

De ce côté donc, rien de bien certain. Les variations qu'on trouve dans le nombre des granulations spécifiques, et dans leur teinte après coloration (Grynfellt, Bonnamour, Kose, etc.), semblent indiquer différents stades de la sécrétion.

En ce qui concerne la *phase d'excrétion*, nous savons une chose certaine. C'est que, dans les capillaires et les veines de la substance médullaire, on peut assez facilement mettre en relief l'existence d' « un produit granuleux » irrégulier (Félicine), qui semble être le produit de sécrétion lui-même ou tout au moins s'y rattacher. Gottschau, Pfaundler, W. Carlier, Manasse l'avaient déjà signalé depuis assez longtemps. Lydia Félicine[3], Diamare, Ciaccio, Da Costa le retrouvent. Diamare s'attache particulièrement à le décrire sous forme d'amas granuleux, groupés souvent en dendrites irrégulières. Ciaccio voit ces granulations « en chapelet ou éparses », et fait remarquer qu'elles offrent la réaction de Vulpian, mais non plus la réaction chromaffine : elles représenteraient pour lui l'adrénaline à l'état achevé.

Enfin, chez certains animaux au moins, ces granules arriveraient souvent dans le sang par une voie indirecte. C'est ainsi que Lydia Félicine décrit, chez le lapin, la substance médullaire comme con-

[1] Ciaccio : *Archives italiennes de Biologie*, t. XLIII, 1905, p. 17. — *Archivio di Anatomia*, 1906.

[2] Mulon : *C. R. de la Soc. de Biol.*, 1902 à 1907. — *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, Liége, 1903; Toulouse, 1904; Genève, 1905. — *Bibliographie anat.*, t. XIV et XV, 1905. — *Exposé de Titres*, Paris, Steinheil, 1907.

[3] Laignel-Lavastine : *Bull. Soc. anat. de Paris*, 1906. — *C. R. Soc. Biologie*, avril 1905.

[1] Marassini : *Archiv. italiennes de Biologie*, t. XLIV, 1906, p. 73.

[2] Bonnamour : Etude histologique, *Thèse*, Lyon, 1905.

[3] Lydia Félicine : *Archiv für mikr. Anatomie*, t. LXIII, 1904.

stituée de travées ou cordons cylindriques creux. La lacune centrale serait à contour irrégulier, déchiqueté; elle enverrait, entre les cellules, des diverticules et même de véritables canalicules intercellulaires. De place en place, une veinule capillaire viendrait s'ouvrir dans la lacune et représenterait sa voie d'excrétion. Manasse avait déjà signalé pareilles lacunes, qu'il considérait comme des vaisseaux sans paroi. Carlier les avait retrouvées à l'état exceptionnel. Ce qui, d'après L. Félicine, aurait empêché de les voir, c'est qu'elles ne sont bien nettes que chez le lapin, bien plus effacées chez le rat, le cobaye, peu ou point développées chez les autres animaux examinés. Kose admet, chez les Oiseaux, des lacunes et des fentes intercellulaires venant jusqu'aux vaisseaux; Ciaccio croit simplement voir des canalicules. Bonnamour a observé chez un hérisson la transformation de quelques cordons en de véritables cavités pseudo-aciniques très larges, kystiformes, où quelques-uns des éléments subissaient une véritable fonte holocrine. Il faut rapprocher ces faits de ceux décrits antérieurement par Pettit chez l'anguille, et d'autres, et admettre que, si le plus souvent les cellules chromaffines sécrètent directement dans le vaisseau voisin, elles ont tendance assez fréquente à se grouper en des sortes de cordons creux ou vésicules closes, où la sécrétion s'accumule pour passer de là dans les vaisseaux.

3. *Substance corticale ou lipogène.* — Nous avons vu que la substance chromaffine est certainement la source principale de l'adrénaline. La substance corticale ou *lipogène* en produit-elle aussi? Il semble que non, si l'on s'en rapporte, par exemple, aux expériences de Swale Vincent, d'autant plus concluantes qu'elles ont été faites sur les Sélaciens, où les deux tissus sont relégués dans des organes séparés, et où l'extrait des chromaffines seul agit sur la pression sanguine. Pourtant, il n'est pas impossible qu'une longue association fonctionnelle ait amené, au cours de la phylogénèse, une modification de la substance corticale, devenue capable de sécréter, elle aussi, de l'adrénaline, ou de commencer l'élaboration d'un produit qu'achèverait la moelle. C'est ce que tendraient à faire croire les expériences récentes d'Abelous, Soulié et Tonjean. Ils ont pu retirer de la corticale un produit ayant même réaction colorante et même effet physiologique que l'adrénaline. (Déjà Hultgren et Anderson ne trouvaient qu'une différence quantitative entre les extraits médullaires et corticaux.) Mais il faut se rappeler qu'il est presque impossible de séparer complètement les deux substances de la surrénale l'une de l'autre chez les Mammifères, et que souvent la corticale contient ou des îlots isolés ou des prolongements du tissu chromaffine

Si le rôle adrénalinogène est douteux, il en est un autre que les physiologistes s'accordent généralement à attribuer à la surrénale et particulièrement au tissu lipogène : c'est le *rôle antitoxique*, mis en évidence dès 1891 par Abelous et Langlois. Ils ont même pu (avec Oppenheim) constater cette action antitoxique *in vitro* sur certains alcaloïdes. Voyons dans quelle mesure les recherches histo-physiologiques récentes viennent à l'appui de ces données.

Tous les auteurs semblent d'accord aujourd'hui sur ce point, que la fonction capitale de la substance corticale ou lipogène est l'élaboration d'un premier produit, qui est une *graisse* et probablement une *graisse spéciale*.

La présence de cette graisse est caractéristique dans toute la série des Vertébrés (Giacomini, Da Costa, etc...); elle se retrouve aussi, en plus ou moins grande quantité, dans toute l'épaisseur de la corticale des Mammifères (Ciaccio, Diamare, Da Costa, Mulon, Bonnamour). D'où l'épithète que nous proposons d'accoler ou de substituer, selon les cas, à celle de corticale. L'importance de la graisse n'avait point tout d'abord apparu avec le même relief. Guieysse, par exemple, avait fait jouer un rôle capital à sa couche des *spongiocytes*, cellules très alvéolisées, mais dont il croyait les alvéoles remplies par des vacuoles liquides. Bernard et Bigard[1] ont prouvé qu'une partie au moins de ces alvéoles, Mulon que toutes ces alvéoles, sont en réalité remplies de graisse. Si la majeure partie avait échappé à l'observation, c'est qu'elle est très *labile* (Bernard et Bigard), c'est-à-dire qu'après fixation par l'acide osmique (et coloration en bistre seulement et non en noir : Mulon), elle se dissout avec la plus grande facilité dans le xylène, le baume du Canada, etc..., pendant les manipulations ordinaires. Il y aurait même, pour Bonnamour, une troisième variété de graisse, celle qui se colore par l'hématoxyline cuprique de Weigert.

Ces variétés ne sont probablement que les divers stades que traverse un même produit. La graisse la plus labile, qui semble représenter le stade ultime (Bernard et Bigard), offre un intérêt tout particulier. Dès 1893, Alexander avait montré, par l'analyse chimique, que la surrénale est l'organe le plus riche en lécithine après le cerveau. Or, la graisse dont il s'agit ici présente certains caractères essentiels des lécithines. Elle est riche en phosphore (Bernard et Bigard); elle ne se colore point par l'acide osmique (Hultgren et Anderson, 1899), ou plutôt elle se colore en bistre (Mulon) et secondairement seulement en noir, après pas-

[1] Bernard et Bigard : *C. R. Soc. anatomique*, Paris, 1902. — *C. R. Soc. de Biol.*, 1902, et avec Labbé : *C. R. Soc. de Biol.*, 1903. — Voyez encore : *Presse médicale*, 1905, p. 697.

sage par l'alcool; elle reste facilement soluble et décolorable (Bernard et Bigard, Mulon, etc...). Elle se teint par l'hématoxyline cuprique de Weigert (Bonnamour)[1]. Une partie de ses gouttelettes (dans les spongiocytes surtout) sont biréfringentes, montrent une croix de polarisation, et sont solubles dans l'alcool et l'éther chaud, réactions caractéristiques, d'après Dastre, de la lécithine de l'œuf (Mulon). Par tous ces caractères, elle se révèle donc comme une lécithine ou un mélange riche en lécithine. Aussi Mulon n'hésite-t-il pas à donner à la couche des spongiocytes (partie la plus alvéolisée de la fasciculée) le nom de *couche lécithinogène*. Fuhrmann, Bonnamour, Grynfellt, Babès[2] acceptent plus ou moins cette manière de voir. Or, les lipoïdes, en général, possèdent un grand pouvoir de dissolution (Overton); d'autre part, les lécithines ont des propriétés atténuantes vis-à-vis des toxines (Kemper et Schepilewski notamment); enfin, peut-être forment-elles des lécithalbumines (Mulon), corps antitoxiques par excellence. L'on voit d'ici les conséquences que l'on va pouvoir en tirer en faveur du rôle antitoxique de la substance corticale.

Un autre produit de cette substance est le *pigment*. Il est généralement localisé à la couche la plus interne, relativement mince, ou *zone réticulée*. Certains auteurs lui attribuent un rôle considérable (Mulon), mais le plus grand nombre ne lui laissent qu'une importance secondaire (Diamare, Da Costa, Bernard et Bigard, Bonnamour, Marassini...), se basant sur ce fait que sa présence est inconstante. D'après Bernard et Bigard, et surtout d'après Diamare, il n'existerait pas normalement chez l'homme : on ne l'y trouverait que dans les états sénile ou pathologiques. Il vaut mieux, nous semble-t-il, dire, avec Bonnamour, qu'il peut souvent manquer, et que sa variabilité est très grande. Pour Marassini, Guieysse, Carnot, il ne serait pas d'origine autochtone; formé en différents points de l'organisme, il viendrait seulement s'accumuler ici. La plupart des auteurs (Mulon, Bonnamour, Diamare...) croient plus ou moins fermement, au contraire, qu'il se développe sur place. Pour Diamare, il se formerait ici comme en tous les autres organes, avec une certaine prédilection seulement, et sans être l'expression d'aucun métabolisme spécifique. Mais comment expliquer alors l'énorme quantité de pigment que nous verrons se développer expérimentalement en certains cas?

D'après Ciaccio, une partie seulement de ce qu'on a pris pour tel serait du vrai pigment. Mulon l'a analysé de plus près chez le cobaye, où il est assez abondant. Il y trouve certaines cellules dont le corps tout entier, refoulant le noyau vers la surface, est transformé en un amas pigmentaire. Mais, dans cet amas, il met en évidence : 1° des gouttelettes de graisse; 2° du pigment ferrique de couleur bistre ou ocre, reconnaissable à ses réactions chimiques; 3° une substance lipochrome (pigment associé à de la graisse), colorant en jaune soit des masses amorphes, soit des grains sphériques réfringents. Dans certains cas, chez des individus âgés ou à la suite de plusieurs grossesses, il a trouvé des cristaux aciculaires de pigment qui lui paraissent représenter une charge maxima de la cellule. Pour Mulon, Diamare, Bonnamour, il existe une certaine parenté entre la graisse et le pigment; pour Mulon, la production de ce dernier est intimement liée à la destruction des toxines.

Divers auteurs ont encore décrit *d'autres produits de sécrétion*. Ce sont, par exemple, les *granulations oxyphiles* ou fuchsinophiles de Ciaccio, les granules sidérophiles de Diamare; antérieurement Hultgren et Anderson avaient déjà cru voir des sortes de grains de zymogène dans la réticulée. Mais, de l'aveu même des auteurs, ces formations sont inconstantes quand on passe d'une espèce animale à une autre. Diamare semble avoir établi qu'elles n'ont qu'une importance tout à fait secondaire. Pourtant Ciaccio, Mulon font dériver le pigment de granules plus petits, sidérophiles[1] (granulations pigmentaires primordiales de Mulon). Pour Tiberti, la gouttelette graisseuse dérive aussi d'un grain élémentaire analogue. Pour Tiberti[2], Amato[3], Mulon, le noyau travaillerait plus ou moins directement à l'élaboration de ces grains.

Dans la couche réticulée, Guieysse avait fait jouer le rôle d'ergastoplasme, c'est-à-dire de protoplasme spécialement différencié en vue de ces élaborations diverses, à des *formations sidérophiles*, c'est-à-dire colorables par l'hématoxyline au fer, parfois très irrégulières. Ciaccio, Da Costa, Bernard et Bigard retrouvent ces formations, qu'ils décrivent un peu différemment, et leur attribuent un rôle analogue; les autres auteurs les passent sous silence, ou ne les voient que sous la forme de simples granulations plus ou moins rares. Pour Mulon, Bardier et Bonne[4], Delamare[5], Bonnamour, ce seraient des produits artificiels, dus aux réactifs fixateurs. Bonnamour admet pourtant, à côté des formations irrégulières qui varient considérablement avec le mode de fixation, un ergastoplasme filamenteux moins abondant, ou des corps ovalaires (paranuclei). Mulon semble, d'ailleurs, rejeter en

[1] Wlassak a montré que c'est un caractère des lécithines.
[2] Babès : *C. R. Acad. des Sc.*, Paris, 1907.

[1] Marassini admet la transformation inverse du pigment en granules fuchsinophiles.
[2] Tiberti : *Beitrage zur pathol. Anat.*, t. XXXVI, 1904.
[3] Amato : *Archivio di Anat. pathol.*, t. II, 1906.
[4] Bardier et Bonne : *Journ. de l'Anat. et de la Phys.*, 1903.
[5] Delamare : In *Anatomie* de Poirier et Charpy.

bloc toutes les descriptions d'ergastoplasme et de paranuclei données jusqu'ici dans les glandes, ce qui est aller un peu vite en besogne.

Telles sont les notions morphologiques actuelles. Deux mots maintenant sur quelques *expériences* qui mettent en relief le rôle possible des diverses couches et de leurs produits. En ce qui concerne la graisse, elles peuvent se résumer ainsi :

Au cours de la gestation (Guieysse, et tous les auteurs plus récents : sur le cobaye surtout), après le surmenage musculaire (Bernard et Bigard, 1902, Bardier et Bonne, 1903 : cobaye), à la suite de l'ablation de l'un des reins (par diminution dans l'élimination des matériaux de régression : Marassini), à la suite d'injection de produits toxiques (Tiberti) ou d'autres intoxications expérimentales (par l'arsenic, le mercure : Bernard et Bigard), toutes les fois, en un mot, que les produits toxiques augmentent dans l'organisme, on a pu constater une hyperproduction parallèle considérable de la graisse, vacuolisant surtout la couche des spongiocytes, qui s'accroît aux dépens des voisines. Bernard et Bigard ont montré, en certains cas au moins, que cette augmentation porte surtout sur la graisse labile, c'est-à-dire sur la lécithine. Ils donnent le nom d'hyperépinéphrie, à la suractivité fonctionnelle de la glande en cas d'intoxication ; elle est suivie d'hypoépinéphrie, avec disparition de l'état spongieux, quand cette intoxication devient profonde. Dans toutes ces expériences, les modifications de la substance médullaire sont ou nulles, ou très peu importantes.

Le pigment subit aussi des variations. D'après Guieysse, Ciaccio, Bonnamour, Mulon, Minervini, il devient très abondant, chez le cobaye surtout, dans l'hyperfonctionnement lié à la gestation [1]. L'âge avancé (Pilliet, Diamare, Delamare, Mulon, etc...), les intoxications chroniques (Delamare, Mulon), ont la même action. La castration bilatérale, d'après Marassini, produit une augmentation encore plus marquée, extraordinaire : les cellules en sont bourrées. Dans l'hyperfonction, d'une façon générale, dit Ciaccio, la couche interne (zone réticulée et zone à formations sidérophiles) atteint la moitié de l'épaisseur de la corticale, alors que normalement elle ne dépasse pas le quart (cobaye). On sait, d'autre part, que, depuis longtemps, on a vu un rapport entre la fonction pigmentaire des surrénales et les troubles de pigmentation que l'on observe après l'ablation de l'une des surrénales ou de toutes les deux (Nothnagel, Tizzoni, Boinet, etc...), ou ceux que l'on retrouve dans la maladie bronzée d'Addison, correspondant généralement à une lésion de ces organes.

[1] D'après Marassini seul, il diminuerait, au contraire, à certaines périodes de la gestation tout au moins.

En rapprochant les faits anatomiques, anatomopathologiques et expérimentaux, plusieurs auteurs ont essayé de se faire une *idée d'ensemble du fonctionnement de la surrénale corticale*, et, à cet égard, nous pouvons envisager trois théories principales :

a) Guieysse, nous l'avons vu antérieurement, a été surtout frappé par la superposition d'un certain nombre de couches, caractérisées chacune par des réactions particulières, et il a conclu que, très probablement, chacune de ces couches devait élaborer une sécrétion particulière, de nature encore peu connue, qu'elle verserait dans le sang. Marassini, qui compte des zones moins nombreuses, admet encore que chacune d'elles a des fonctions distinctes, liées pourtant à des processus de caractère très général.

b) Un certain nombre d'auteurs ont cherché, au contraire, à relier entre elles plusieurs zones ou même toutes les zones dans une évolution commune, dont ils croyaient voir les symptômes indéniables. C'est ainsi que, depuis longtemps, Gottschau (1883), se basant surtout sur la présence de divisions cellulaires dans la zone la plus externe (glomérulée), en a fait une sorte de couche germinative. Lydia Félicine, Da Costa, Fuhrmann, Mulon... ont vérifié la présence de caryocinèses dans cette zone ou à son voisinage immédiat. Fuhrmann, Da Costa, Mulon y ont également constaté la présence d'amitoses, bien plus nombreuses même (surtout pour Mulon). Ces auteurs tendent donc à admettre une évolution de dehors en dedans, mais généralement sans être très affirmatifs, ou sans poursuivre jusqu'au centre.

Au contraire, Mulon n'a pas hésité à aller jusqu'au bout dans cette voie, et à donner une théorie d'ensemble, peut-être un peu hardie à l'heure actuelle, en tous cas fort séduisante. D'après lui, la glomérulaire mérite bien le nom de *couche germinative*. Tous les éléments de la corticale en proviennent, et subissent une différenciation progressive, qui y fait apparaître la graisse, puis le pigment, à mesure qu'ils s'enfoncent plus profondément. Finalement les cellules, complètement bourrées de pigment, tomberaient dans les vaisseaux, où on les retrouverait en train de subir une véritable fonte holocrine (zone consomptive ou desquamative centrale). Ce serait donc une évolution épithéliale très nette et très régulière. La graisse, ou, plus exactement, la lécithine produite, aurait dans la fonction antitoxique un rôle capital, mais un peu indirect, qui serait lié à la production du pigment, et voici comment. Les apparences ergastoplasmiques des cellules dites à corps sidérophiles (qui font la transition entre la fasciculée et la réticulée) seraient dues à la présence d'un protoplasme particulière-

ment fluide, impossible à fixer sans fissures et qui serait imprégné d'un corps gras sidérophile, c'est-à-dire, dans le cas particulier, d'un acide gras. Il proviendrait d'une résorption de la lécithine à ce niveau, et, en s'y combinant avec les albuminoïdes du protoplasme, formerait des lécithalbumines, corps antitoxiques par excellence. Le dernier terme de cette évolution serait le pigment. Il résulterait précisément de l'action neutralisante des lécithalbumines sur les toxines. La zone pigmentaire représenterait un organe excréteur, véritable rein d'accumulation analogue à celui de certains Invertébrés. Les granulations pigmentaires, lors de la destruction de la cellule, devenues vraisemblablement inoffensives, tomberaient dans le sang pour être ou éliminées, ou employées à de nouveaux usages (1907). Il y a, dans cette théorie, comme nous l'avons déjà dit, une large part faite aux hypothèses (et l'auteur lui-même n'a pas toujours compris de la même façon l'action du pigment notamment), mais elle a l'avantage de présenter une conception d'ensemble, à la place des notions un peu disparates que nous possédions jusqu'ici.

c) Enfin, en admettant le rôle élaborateur de la corticale, certains auteurs ne se croient pas obligés d'admettre une véritable sécrétion, c'est-à-dire d'admettre l'excrétion dans le sang des produits ainsi formés, excrétion qu'ils n'ont pu constater. Ils trouvent, au contraire, de sérieuses raisons contre cette manière de voir. Ce sont Lydia Félicine (1904), Bonnamour (1905), Marassini (1906). Lydia Félicine fait remarquer que les vaisseaux de l'écorce sont presque exclusivement des artérioles et des capillaires artériels, des vaisseaux d'apport par conséquent, et non des vaisseaux de drainage. Injectant de l'encre de Chine dans le sang, elle la voit se répandre avec la plus grande facilité dans des fentes intercellulaires. Le plasma sanguin peut donc, lui aussi, se répandre facilement entre tous les éléments et y charrier les substances toxiques qu'il contient. Un endothélium incomplet faciliterait l'absorption. L'auteur rappelle le pouvoir d'absorption et d'accumulation attribué par Overton aux substances lipoïdes. Il suffit donc d'admettre que les produits toxiques du sang sont très solubles dans les vacuoles graisseuses des spongiocytes, pour expliquer la neutralisation de ces produits toxiques par l'écorce des surrénales, et, par suite, son rôle antitoxique. Bonnamour propose une explication tout à fait analogue, basée sur les recherches d'Overton et de Gurwitsch, et considère les vacuoles graisseuses comme des organes permanents de la cellule, accumulant les produits toxiques pour les transformer et les détruire sur place. (Pour Marassini, les choses se passeraient différemment : les matériaux toxiques seraient amenés sous la forme de pigment, qui s'amasserait dans l'écorce; là, il serait neutralisé par transformation en granules graisseux, qui seraient alors rejetés dans le sang.)

Comme on le voit, il n'y a pas opposition irréductible entre la dernière hypothèse, qui considère la substance corticale ou lipogène comme un organe absorbant, « un organe de réception » (Félicine), et celle qui la considère comme un organe sécréteur. L'élaboration par la corticale d'une graisse plus ou moins chargée de lécithine reste un fait acquis et sur lequel tous ces auteurs semblent à peu près d'accord. D'autre part, l'accumulation des matériaux nocifs par la cellule ne semble pas indéfinie, s'ils y sont transformés, neutralisés, et finalement rejetés dans le sang. Lydia Félicine elle-même admet qu'ils y peuvent diffuser. Bonnamour ne s'explique pas sur ce point. Mulon, d'autre part, admet implicitement l'absorption par la cellule. Les divergences actuelles montrent que la question n'est pas encore suffisamment étudiée en ce qui concerne le mode d'action sur les toxiques, mais cette action elle-même est indéniable. Elle est évidemment localisée dans la substance corticale lipogène; elle est plus ou moins intimement liée à la présence de la lécithine, et probablement aussi du pigment.

Nous avons vu que, pour certains physiologistes, la substance corticale formerait, en outre, une certaine quantité d'adrénaline. Pour l'expliquer, Mulon a admis que la colorabilité des cellules dites à corps sidérophiles pouvait tenir à la présence d'adrénaline unie à un corps gras, que peut-être aussi l'adrénaline de la médullaire dérive d'une préadrénaline formée par la corticale. C'est là un rôle beaucoup plus douteux, et provisoirement nous persistons à croire (avec Ciaccio[1]) qu'on peut expliquer la présence d'une certaine quantité d'adrénaline dans la corticale par l'inclusion, maintes fois constatée, d'un peu de substance médullaire [ou même, dans certains cas, par diffusion ou reflux du sang].

§ 2. — La glande interstitielle du testicule.

Une autre glande à sécrétion interne, qu'on soupçonnait, mais dont on n'avait pas la démonstration nette, vient d'être mise en pleine lumière par Bouin et Ancel[2] : c'est la *glande interstitielle du testicule*.

Depuis longtemps, on connaissait les *cellules interstitielles*, d'aspect épithélial, qui, dans cet

[1] Ciaccio : *C. R. Soc. Biol.*, 1906.

[2] Bouin et Ancel : *Archives de Zool. expérim. et gén.*, 1903, vol. I, p. 437; et 1905, vol. III, p. 391. — *Journ. de Phys. et de Path. gén.*, 1904, p. 1012 et 1039. — *C. R. Acad. des Sc.* et *Soc. de Biol.*

organe, forment des cordons plus ou moins larges, plus ou moins nombreux, entre les tubes séminifères. Tourneux (1879) les avait particulièrement étudiées et rapprochées de celles de l'ovaire. De nombreux auteurs avaient précisé leurs caractères. Bouin et Ancel, en utilisant particulièrement le porc et le cheval (deux sujets de choix, vu l'abondance et le volume de ces éléments), ont d'abord fort heureusement complété nos notions sur ce point. Ils se sont particulièrement attachés à montrer que ce sont des cellules nettement sécrétantes, possédant, autour des deux centrioles (diplosome), une sorte de sphère ou plutôt d'idiozome qui aurait ici les propriétés élaboratrices de l'ergastoplasme et non un rôle cinétique, et, à la périphérie, une zone externe plus ou moins épaisse, largement vacuolisée et remplie de produits de sécrétion. Ces produits s'accumulent, sont expulsés, se reforment, selon un cycle sécrétoire très net. Ils ne peuvent guère être excrétés que dans les vaisseaux sanguins, autour desquels les cellules s'ordonnent de préférence. L'ensemble de ces cellules constitue donc une véritable glande à sécrétion interne, à laquelle les auteurs n'hésitent pas à donner le nom de *glande interstitielle du testicule* [1].

Lenhossek (1897), Plato (1897), et la plupart des auteurs récents, avaient déjà fait des cellules interstitielles des éléments nourriciers chargés d'élaborer des substances utiles ou indispensables au fonctionnement des lignées séminales (rôle qu'admettent, d'ailleurs, Bouin et Ancel). Reinke, d'autre part (1896), avait émis assez timidement l'hypothèse que leur sécrétion pouvait avoir certains rapports avec l'excitation sexuelle. Regaud, Loisel, Mosselmann et Rubay tendaient également à y voir un agent de la sécrétion interne mise en évidence par Brown-Séquard. Bouin et Ancel ont fait faire à la question un pas décisif, en démontrant que la glande interstitielle agit, et agit seule, sur l'ensemble de l'organisme, en tenant particulièrement « sous sa dépendance l'ardeur génitale et le déterminisme des caractères sexuels secondaires ». Ce rôle était attribué par Brown-Séquard au testicule tout entier.

Voici, en deux mots, les principales observations et expériences sur lesquelles s'appuient Bouin et Ancel : 1° Les cellules séminales n'ont aucune action sur l'ensemble de l'organisme. L'intégrité des caractères sexuels secondaires et de l'instinct génésique est associée à l'intégrité de la glande interstitielle et du syncytium nourricier des tubes séminifères. En effet, la grande majorité des sujets cryptorchides, chez lesquels ces deux éléments seuls sont bien développés, sont inféconds, mais possèdent tous les attributs de la virilité : la castration fait disparaître chez eux l'instinct génésique et atténue les caractères sexuels. D'autre part, la résection d'une portion du canal déférent chez les animaux entiers les met, au double point de vue morphologique et physiologique, dans la même situation que les cryptorchides ; 2° Le syncytium nourricier peut être mis hors de cause. En effet, chez les animaux castrés d'un côté, privés de leur canal excréteur de l'autre, le testicule restant offre, au bout de six à dix mois, une hypertrophie compensatrice considérable de sa glande interstitielle : le syncytium ne change pas d'aspect ; dans certain cas (au bout de douze mois), il est en dégénérescence très marquée. D'autre part, chez certains porcs cryptorchides unilatéraux (castrés de l'autre côté dans le jeune âge), les tubes séminifères sont restés à l'état embryonnaire ; la glande interstitielle seule s'est bien développée, et assure l'apparition des caractères sexuels secondaires.

D'après les deux auteurs, elle agirait même vraisemblablement sur les caractères sexuels primaires, c'est-à-dire déterminerait le sexe des cellules génitales chez l'embryon, car elle se différencie, et par conséquent caractérise le testicule, avant qu'il soit possible de le distinguer d'un ovaire par d'autres caractères.

II. — Le Squelette.

§ 1. — Les variations des os de la face.

Après avoir publié un livre sur les *Variations du système musculaire*, puis sur celles des *Os du crâne*, Le Double, le professeur de l'Ecole de Médecine de Tours, nous donne aujourd'hui un *Traité des variations des os de la face chez l'homme, et de leur signification au point de vue de l'Anthropologie zoologique* [1]. Ce traité est très développé, comme les précédents, et l'auteur y étudie avec le plus grand soin les variations de chaque os. Un certain nombre n'avaient pas encore été signalées : telle la disparition complète de la portion orbitaire de l'os *unguis* (ou lacrymal), la constitution entièrement unguéale de la partie supérieure du canal nasal, etc... Mais l'auteur ne se borne pas à ce travail long et ingrat : il s'efforce d'en tirer des idées générales. Il démontre que ces anomalies ne sont pas, comme on l'a cru, des *lusi naturæ* ; il fournit, au contraire, « une explication plausible de la plupart de ces malformations ». Il essaie de les

[1] Chez le cheval, les auteurs ont découvert un fait curieux. Il existe trois générations successives (fœtale, jeune, adulte) de cellules interstitielles différentes, dont la troisième surtout provient très nettement d'éléments lymphoïdes et conjonctifs.

[1] Paris, Vigot frères, 1906. — Le *Traité des variations des os du crâne* est de 1903, celui des *Variations des muscles* de 1897.

classer : les unes sont dues à l'ossification plus ou moins étendue d'une aponévrose ou d'un ligament (exemple : le trou sphéno-palatin double) ; d'autres sont la conséquence de l'entrave qu'apportent [ou cessent d'apporter], à l'accroissement de l'os avec lequel ils sont en contact, les vaisseaux, nerfs, tendons, glandes... par *impression* (exemple : absence de la fossette de la glande sous-maxillaire) ; d'autres à un retard ou à une insuffisance d'ossification, d'où modification dans la forme, les dimensions, la fusion des centres d'ossification (exemple : os malaire tripartite) ; d'autres, enfin, sont l'effet d'une dystrophie physiologique ou pathologique (exemple : *unguis* semi-membraneux fenêtré). En outre, Le Double s'efforce de faire rentrer tous ces cas dans la classification générale des variations qu'il a donnée dans ses précédents traités. Alors que, pour certains auteurs, elles sont toutes ataviques, Le Double en distingue de trois sortes : les *variations anatomiques*, *réversives*, *ataviques*, *théromorphiques* ou d'*héritage*, qui reproduisent une disposition ancestrale, léguée par une espèce ou une race inférieure (celles des os de la face rentrent pour la plupart dans cette classe) ; — les *variations monstruosités*, dont la genèse nous échappe encore (ainsi l'absence du lacrymal, du malaire, de la portion horizontale du palatin, l'enroulement en dehors et le cloisonnement du cornet maxillo-turbinal, l'inversion des dents, etc.) ; — enfin les *variations progressives* ou par adaptation à une nouvelle fonction (celles-ci surtout dans le domaine musculaire), qui, à l'inverse des premières, éloignent l'homme des animaux, telles la fusion des intermaxillaires et des prémaxillaires, le raccourcissement des os propres du nez, etc... Le Double étend actuellement à tous les organes cette classification créée par lui pour les muscles.

Une conception d'ensemble domine tout cet ouvrage, comme d'ailleurs les précédents. Contre une opinion soutenue un jour par Virchow, l'auteur montre, une fois de plus, que les os « se comportent comme des organes à peu près passifs, façonnés par le fonctionnement spécial des organes plus actifs en rapport avec eux et dont le développement est plus précoce ». En étudiant la boîte cranienne, il avait insisté sur ce fait qu'elle est en réalité modelée par le cerveau d'abord, par les muscles ensuite. En étudiant la face osseuse, il s'élève contre l'idée de Cuvier, soutenant que sa grandeur relative est en rapport avec le développement des organes des sens [ce qui est pourtant loin d'être complètement faux chez les animaux], et surtout contre celle [bien moins soutenable et déjà souvent combattue] de Magitot, prétendant que la saillie de la mâchoire inférieure, ou prognathisme, est la cause du plus grand développement des dents. Au contraire, dit Le Double, le développement ontogénétique des dents précède celui de la mâchoire, les alvéoles se moulent sur elle ; les muscles s'adaptent aux mâchoires comme celles-ci aux dents, et varient de puissance respective et de direction suivant la forme et l'usage de celles-ci, c'est-à-dire selon le régime alimentaire[1]. Le degré de prognathisme des Primates est en rapport avec le mode de mastication, le genre de vie, les moyens d'attaque et de défense de chacun d'eux. « Les Basques orthognathes se distinguent par la petitesse de leurs dents ; les Australiens, les Néo-Calédoniens, si prognathes, ont des dents relativement énormes, et plus voisines, en réalité, de celles de certains Simiens que de celles des Européens modernes. » En résumé, il y a corrélation intime entre la plupart des variations des os faciaux et les fonctions de mastication.

§ 2. — **Les Vertèbres occipitales cartilagineuses.**

On admet qu'au point de vue phylogénétique le squelette cranien provient, pour la partie postérieure tout au moins, de vertèbres qui se sont modifiées et soudées entre elles (théorie vertébrale du crâne). Mais, dans le développement ontogénétique, ce n'est guère qu'au moment de l'ossification qu'on a trouvé des faits en faveur de cette conception. Pourtant, les vertèbres osseuses sont précédées partout de vertèbres cartilagineuses ; comment se fait-il qu'on n'en ait pas rencontré ici, notamment chez l'embryon de poule, objet d'étude depuis si longtemps classique ? En avant du domaine occipital, les protovertèbres, ou plutôt les myotomes, subissent de bonne heure la dislocation et des changements profonds : au niveau de l'organe auditif, immobilisé, ils disparaissent ; en avant, ils se déplacent pour faire partie de la sphère oculaire ; enfin, tout en arrière, dans le domaine occipital, où l'on devrait trouver des vertèbres, toute segmentation disparaît, et il semble ne se former qu'une masse cartilagineuse unique : le cartilage parachordal. Or, Van Wijhe et son assistant Sonies[2] montrent aujourd'hui, par la méthode au bleu de méthylène, que des vertèbres cartilagineuses se forment bien réellement tout d'abord en ce point ; mais elles n'ont qu'une durée très courte de quelques heures, ce qui leur a permis d'échapper jusqu'à ce jour à l'attention des observateurs. Ces vertèbres sont au

[1] Ce sont là des faits déjà en majeure partie connus, mais qu'il n'était pas indifférent de suivre dans le détail des variations faciales. La cause exacte de beaucoup de ces variations reste, d'ailleurs, très discutée et très discutable.

[2] Van Wijhe et Sonies : *Acad. des Sc. d'Amsterdam*, 26 avril 1907. — Van Wijhe : *C. R. de l'Assoc. des Anat.*, Lille, 1907. — Sonies : *Petrus Camper*, t. IV, 1907. Ce dernier travail, très développé, envisage le développement complet du crâne cartilagineux des oiseaux, étudié par la méthode au bleu de méthylène.

nombre de deux, et se montrent dans le courant du sixième jour (poulet), en même temps que les deux premières vertèbres cartilagineuses cervicales. Mais, avant que la troisième cervicale n'ait apparu, les deux occipitales se sont déjà soudées entre elles et confondues à une masse plus antérieure, correspondant à la partie à myotomes dégénérés (région auditive), pour former avec elle une seule pièce : le cartilage parachordal. Si minime qu'il paraisse, ce petit fait apporte un gros appoint à la théorie vertébrale du crâne.

III. — Le système nerveux.

§ 1. — Livres nouveaux.

Nous avons à signaler deux livres nouveaux, qui résument l'ensemble de nos connaissances sur le Système nerveux : l'un est dû à Ch. Debierre[1], l'autre est la quatrième édition, très remaniée, du Traité de Van Gehuchten.

Le premier se borne à l'étude du névraxe. Il se distingue tout d'abord des livres similaires par ses planches. Bon nombre de livres d'Anatomie empruntent leurs figures à d'anciens atlas, ou ne donnent que des images un peu grossières, schématisées. Nous nous trouvons, au contraire, ici, en face d'un auteur qui possède une très belle collection de cerveaux, durcis par des méthodes spéciales, de façon à conserver le plus nettement possible et même à accentuer la différence des substances blanche et grise. Nous devons lui être reconnaissants d'avoir fait profiter tout le monde de cette collection. L'auteur écrit surtout pour les médecins ; pour arriver à son but, il fait donc appel à l'Histologie, à l'Embryologie, à l'Anatomie comparée, et complète chaque chapitre par des considérations physiologiques et pathologiques. Il a tenu particulièrement à mettre au point d'abord les données récentes sur la fine structure du système nerveux d'après les méthodes nouvelles (il reste fidèle à la doctrine du neurone), puis la question des localisations cérébrales est traitée avec détail.

Le Traité de Van Gehuchten[2] est bien connu, et son éloge n'est plus à faire. Mais, dans cette nouvelle édition, s'aidant des données fournies par les méthodes de Nissl et de Marchi particulièrement, l'auteur a retravaillé avec soin toute la question des voies nerveuses. Il en a même présenté la description d'une façon nouvelle, en groupant à la fin toutes les voies descendantes, puis les voies ascendantes, pour terminer par l'étude des voies réflexes. Ce groupement offre un tableau d'ensemble plus net et facilite la lecture.

[1] Ch. Debierre : *Le cerveau et la moelle épinière*. Paris, Alcan, 1907.

[2] Van Gehuchten : *Anat. du système nerveux de l'homme*, 4e édition, Louvain, 1906.

§ 2. — Ecorce cérébrale, centres d'association et sphères intellectuelles.

Récemment (1905), en résumant des recherches en grande partie personnelles, Edinger[1] a su fort heureusement mettre en lumière le développement graduel (à travers la série des Vertébrés) du *pallium* (manteau cérébral), c'est-à-dire de l'écorce grise du cerveau, et de la substance blanche qui en dépend. Il n'existe pas chez les Poissons osseux : le télencéphale (cerveau antérieur) est réduit au ganglion basal, homologue du corps strié.

Le *pallium* fait son apparition chez les Amphibiens et les Reptiles ; et ce premier rudiment est exclusivement en rapport avec le seul nerf centripète dépendant du télencéphale, le nerf olfactif. Les excitations olfactives sont les seules qui arrivent jusqu'à l'écorce. Au point de vue psychologique, nous avons affaire à des animaux purement olfactifs. L'écorce grise s'agrandit chez les Oiseaux et se complique de connexions visuelles qui usurpent de suite la première place : nous avons maintenant un pallium olfactif et un pallium visuel. Chez les Mammifères, non seulement l'écorce s'accroît davantage encore, par l'addition d'un pallium auditif et d'un pallium tactile[2], mais le télencéphale tout entier augmente rapidement de volume, à mesure qu'on s'élève dans la série, par l'intercalation, dans l'écorce, de zones d'association entre les zones de projection ; et par le développement du corps calleux, c'est-à-dire d'un très grand nombre de fibres commissurales nouvelles reliant les deux hémisphères. Pour continuer à s'accroître dans ces proportions, le pallium est obligé de se plisser et de former des circonvolutions. Mais ce n'est guère que dans les groupes supérieurs que circonvolutions et zones d'association atteignent un grand développement, maximum dans le cerveau humain.

Ces *zones d'association* viennent d'être récemment étudiées de nouveau. On croyait antérieurement que toutes les régions de l'écorce cérébrale envoient des fibres motrices dans les centres plus inférieurs et en reçoivent des fibres sensibles (ou tout au moins possèdent l'une ou l'autre de ces deux variétés), en un mot que l'écorce, dans toute son étendue, est pourvue de *fibres de projection*.

Flechsig (1894-1896) a cru pouvoir établir le contraire. Pour lui, il existe, plus ou moins entremêlées dans l'écorce, deux sortes de régions ou de zones. Les unes sont pourvues de fibres de projection centripètes et centrifuges, et constituent les *zones sensitivo-motrices*, ou *centres de projection*, ou *sphères sensorielles* ; les autres, qui occuperaient

[1] Edinger : *Berliner klinische Wochenschrift*, 1905. — Voyez aussi le Traité de Van Gehuchten.

[2] C'est-à-dire que maintenant toutes les excitations sensorielles arrivent jusqu'à l'écorce.

les deux tiers de la surface de l'écorce, seraient complètement dépourvues de ces fibres de projection, et constitueraient les *zones ou centres d'association*. Celles-ci sont donc complètement indépendantes des masses grises inférieures; les excitations ne leur sont pas directement transmises, et elles n'envoient pas d'ordres directs. Elles sont exclusivement en connexion, par des fibres d'association centripètes et centrifuges, avec les zones sensitivo-motrices ou sphères sensorielles.

« C'est dans les centres d'association que toute sensation perçue laisse une empreinte ineffaçable, qui constitue le souvenir. C'est là que ces sensations sont comparées entre elles et comparées à des sensations antérieures. C'est là que l'esprit trouve les éléments indispensables à tous les actes de la vie intellectuelle et psychique. Les centres sont, en définitive, dans le cerveau de l'adulte, le substratum anatomique de ce qu'on appelle expérience humaine : savoir, connaissance, langage, sentiments esthétiques, moraux, etc... (Van Gehuchten). » Ce sont encore, comme le dit Flechsig, « les centres intellectuels et les véritables organes de la pensée ». Leurs fibres centripètes leur permettent de recevoir les impressions des centres de projection; leurs fibres centrifuges, d'exercer sur eux une action inhibitrice; « c'est seulement par leur intermédiaire que l'esprit peut produire des mouvements véritablement volontaires » (Van Gehuchten). Les centres de projection président à la vie animale; par eux, « l'organisme n'aspire qu'à satisfaire les excitations des sens, qu'à obéir à ses instincts aveugles »; les centres d'association président à la vie intellectuelle et morale. Par eux, considérablement plus développés d'ailleurs, « l'organisme combat les sens par la raison, les instincts aveugles par les idées morales » (Van Gehuchten).

On conçoit facilement l'importance des travaux de Flechsig. Mais les faits sur lesquels ils s'appuyaient ont été vivement discutés depuis, notamment par Sachs (1897), Déjerine (1897), Monakow (1898), Hitzig[1] (1900), Bianchi[2] (1903), Vogt (1906), etc. Ces auteurs trouvent des fibres de projection dans *toutes* les parties de l'écorce; elles seraient seulement bien plus rares dans les zones d'association. Cela réduit l'importance de ces dernières, mais ne les renverse pas. Tout au contraire, cela a mis en garde Flechsig lui-même contre des conclusions un peu hâtives, et, dans une série de nouveaux travaux, en 1898, et surtout en 1903 et 1904, il a repris la question de fond en comble[3].

[1] Hitzig : *Le Névraxe*. 1900.
[2] Bianchi : *XIVe Congrès interne de Méd.*, 1903.
[3] Flechsig : *Neurologisches Centralblatt*, 1903. — *Bericht der. math. phys. Kl. der Kön. Gesellsch. d. Wissensch.*, Leipzig, 1904. — Voir aussi le Traité de Van Gehuchten.

Toutes ses recherches, on le sait déjà, sont basées sur ce fait, mis en lumière depuis longtemps : à savoir que les fibres nerveuses des différents faisceaux ne prennent leur gaine de myéline que successivement, et dans un ordre déterminé; à ce moment seulement, la fibre devient mûre, c'est-à-dire prête à exercer sa fonction de conductibilité (Flechsig). C'est en suivant ce développement graduel que l'auteur allemand avait pu se convaincre de l'existence de régions dépourvues ou (comme il le reconnaît aujourd'hui) presque dépourvues de fibres de projection. Dans ces nouvelles recherches, il concède, en effet, ce dernier point à ses adversaires; mais il confirme, en somme, ses premiers résultats, en les précisant davantage, et en se basant sur l'étude complète de 56 cerveaux de fœtus de 5 à 9 mois et d'enfants de 1 à 4 mois. La myélinisation du *pallium* commence à la fin du cinquième mois, dans une série de *territoires primordiaux* ou *précoces*, et par de petites zones successives (au nombre de 12) qu'il appelle les *champs corticaux myélogénétiques élémentaires*, dont les uns restent isolés, les autres se groupant en zones composées. Ce sont, pour la plupart, des fibres de projection centripètes provenant de masses grises profondes, en connexion avec les organes sensoriels périphériques (fibres primaires). Puis, la myélinisation envahit successivement (en ce qui concerne la sphère tactile tout au moins) les fibres centrifuges ou pyramidales, les fibres calleuses, les fibres d'association (fibres secondaires). Dans les autres sphères sensorielles, dont le développement est indépendant, les fibres centripètes mûrissent également les premières. Parmi les territoires primordiaux, il faut mettre en première ligne la région rolandique (circonvolutions frontale et pariétale ascendantes, lobule paracentral), puis l'extrémité antérieure de la 1re temporale, une partie de la circonvolution du corps calleux, la majeure partie de celle de l'hippocampe, et l'extrémité antérieure des occipito-temporales, le pourtour de la scissure calcarine, etc...

Aux territoires primordiaux, Flechsig oppose les *territoires tardifs*, qui ne se myélinisent qu'après la naissance. Il les divise encore en *intermédiaires* et *terminaux*. Les *territoires intermédiaires*, à part trois premiers[1] qu'il vaudrait mieux, semble-t-il, rattacher au premier groupe, sont caractérisés par l'absence de fibres de projection, jusqu'à la deuxième année tout au moins. Ils viennent border et souvent entourer les champs précoces (la région rolandique par exemple), de façon à leur former des *zones marginales*; ils en reçoivent leurs fibres,

[1] Constituant toute la large moitié postéro-supérieure de la circonvolution frontale première ou supérieure, et prolongeant ainsi en avant la région rolandique.

qui sont, par conséquent, des fibres d'association ; ils ne sont en connexion intime qu'avec eux, et eux seuls leur transmettent les excitations. Enfin, à partir du deuxième mois seulement, la myélinisation gagne le reste du pallium. Il constitue les *territoires terminaux*, caractérisés par leur richesse en fibres d'association longues qui les relient aux territoires précoces, et probablement par des fibres plus courtes qui les unissent aux zones marginales. Ils sont groupés, pour la plupart, en trois grands champs, occupant le centre des lobes frontal, temporal et pariétal (centres d'association antérieur, moyen et postérieur).

En résumé, les premières régions de l'écorce capables de fonctionner (territoires primordiaux) correspondent aux sphères sensorielles, et les premières fibres mûres sont les centripètes. L'écorce commence donc tout d'abord par emmagasiner les excitations venues du dehors, sans pouvoir y répondre. Cela lui devient possible quand les fibres centrifuges mûrissent à leur tour. Mais c'est seulement quand sont myélinisés les terrritoires tardifs, qui correspondent, zones marginales comprises, aux sphères intellectuelles, que l'intelligence et la volonté entrent réellement en jeu. Et ainsi se trouveraient justifiés le vieil aphorisme : *Nihil est in intellectu quid non prius fuerit in sensu*, et les idées de Locke. Le cerveau de l'enfant est bien tout d'abord « une page blanche », sur laquelle s'inscrivent peu à peu les impressions sensorielles, qui pourront seulement plus tard être comparées entre elles et fournir la matière des diverses opérations intellectuelles.

D'après ces nouvelles recherches de Flechsig, les régions pourvues de fibres de projection seraient primitivement moins étendues qu'il ne l'avait cru tout d'abord; c'est ainsi qu'il avait, à tort, compris parmi elles les zones marginales de la région rolandique. De sorte que les centres d'association occuperaient chez l'homme non plus les 2/3, mais peut-être jusqu'aux 4/5 de l'écorce grise. En revanche, les centres de projection s'augmentent d'un certain nombre de petits champs disséminés en diverses régions; enfin, l'auteur est obligé d'admettre que, chez l'adulte, un certain nombre de fibres de projection doivent avoir envahi secondairement les zones d'association elles-mêmes.

Malgré ces corrections, les conceptions de Flechsig sont loin d'être universellement admises, et, tout récemment encore, Oskar Vogt les attaquait vivement[1].

§ 3. — Localisations cérébrales.

Nous ne saurions entrer ici à fond dans la question des *localisations*; nous ne pouvons cependant quitter l'écorce cérébrale sans signaler les attaques que subit en ce moment la doctrine classique. La plus ancienne localisation, et l'une de celles qui paraissaient le mieux établies, celle du langage articulé, vient d'être niée, d'abord par Bernheim[1], puis surtout par Pierre Marie[2], et à sa suite par Dercum[3], etc. Ce que ces auteurs combattent surtout, c'est le centre de Broca, c'est-à-dire le centre de mémoire des mouvements d'articulation des mots, ou encore la localisation de l'aphasie motrice. Chez l'aphasique du type moteur, F. Bernheim avait montré que de vastes et assez profondes lésions sous-corticales s'ajoutent à celles de ce centre, et il en concluait à sa non-existence. Pierre Marie s'appuie sur ces observations et d'autres analogues, et surtout sur la critique de celles de Broca, qui n'avaient point toute la rigueur exigée aujourd'hui. Pour lui, l'aphasie est surtout la conséquence de troubles généraux de l'intelligence, et tient en partie à la destruction des fibres qui se rendent aux centres bulbaires des organes de la phonation, à des lésions du noyau lenticulaire, etc... On ne saurait assigner au langage articulé un centre limité. A côté de l'aphasie motrice, ajoute Marie, on a localisé la cécité verbale (perte de la vision des signes de l'écriture); or, nos ancêtres étaient, pour la plupart, des illettrés ; peut-on admettre qu'en trois ou quatre générations se soit formé un centre de la mémoire des images verbales! Ce sont évidemment des idées neuves et intéressantes qu'il était bon d'agiter; mais Déjerine[4], Van der Hœven[5], Grasset[6], et d'autres, sont venus défendre, non sans succès, la doctrine classique, qui semblait avoir reçu la consécration du temps. La diminution générale de l'intelligence chez les aphasiques, réplique notamment Déjerine, est un fait connu depuis longtemps, mais pourtant inconstant. Et comment se fait-il que cet affaiblissement n'affecte le langage chez les droitiers qu'à la suite de lésions du centre de Broca de l'hémisphère gauche, et que ce soit l'inverse chez les gauchers? Nous croyons pouvoir provisoirement conclure, avec Grasset, que la négation absolue de P. Marie est prématurée, mais qu'elle a eu l'avantage d'attirer l'attention sur la nécessité de faire des autopsies complètes et précises.

E. Laguesse,
Professeur d'Histologie
à la Faculté de Médecine de Lille.

[1] Oskar Vogt : *Verhandlungen der anatom. Gesellsch.*, Rostock, 1906, et *Anatomischer Anzeiger*, t. XXIX, 1906.

[1] F. Bernheim : *Thèse* de Paris, 1900, et *Semaine médicale*, 7 novembre 1906.

[2] P. Marie : *Semaine médicale*, 23 mai, 17 octobre, 28 novembre 1906, etc. *Revue de Philosophie*, 1907.

[3] Dercum : *New-York médical Journal*, 1906.

[4] Déjerine : *Presse médicale*, 11 juillet, 18 juillet, 17 novembre 1906.

[5] Van der Hoeven : *Psych. Bladen*, 1906. (Voy. *Revue neurol.*, 1907.)

[6] Grasset : *Revue de Philosophie*, 1er janvier 1907, etc... Voir aussi le *Traité* de Debierre : article localisations.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Charbonnier (P.), *Chef d'Escadron d'Artillerie coloniale.* — **Balistique extérieure rationnelle.** *Tome I.* **Problème balistique principal.** *Tome II.* **Problèmes balistiques secondaires.** — *Encyclopédie scientifique, publiée sous la direction du Dr Toulouse. Bibliothèque de Mécanique appliquée et Génie.* — *2 vol. in-18 jésus.* (*Prix : 5 fr. chacun.*) *Octave Doin, éditeur. Paris*, 1907.

La librairie Doin vient d'entreprendre, sous la direction du Dr E. Toulouse, la publication d'une vaste Encyclopédie qui embrassera dans son ensemble la totalité des connaissances scientifiques. Divisée en 40 sections ou bibliothèques, la nouvelle Encyclopédie se composera d'environ 1.000 volumes; ajoutons que, dans chaque bibliothèque, qui correspond à une division logique du savoir humain, l'unité de méthode et de rédaction sera assurée par la direction d'un spécialiste autorisé.

Les premiers de ces volumes viennent de paraître; sans préjuger de l'accueil définitif que l'avenir réserve à l'initiative du Dr Toulouse et de la librairie Doin, la valeur des deux premiers ouvrages de la « Bibliothèque de Mécanique appliquée et Génie » permet tout au moins d'augurer favorablement de la réussite de leur vaste entreprise.

Les volumes dont il s'agit, dus au savant balisticien qu'est le Chef d'Escadron d'Artillerie coloniale P. Charbonnier, constituent, dans leur ensemble, un « Traité de Balistique extérieure rationnelle »; nous ne disons pas traité complet, car, intentionnellement et pour une raison que nous ignorons, l'auteur n'a pas cru devoir y faire figurer les tables des fonctions numériques, indispensables pour la résolution des problèmes d'ordre pratique qui se posent journellement dans les polygones et Commissions d'expériences. Cette réserve faite, il convient de louer sans restrictions l'œuvre que nous présentons aux lecteurs de la *Revue*.

Le premier volume, divisé en cinq parties, est consacré à la solution du problème balistique principal, c'est-à-dire à l'étude du mouvement d'un projectile supposé sollicité uniquement par la pesanteur et par une résistance tangentielle fonction de sa vitesse. On admet, en outre, que la Terre est plane et immobile, l'atmosphère calme, la gravité constante en grandeur et en direction.

Dans la première partie est traitée l'étude des cas limites du problème balistique, c'est-à-dire des cas où l'influence exercée par l'un des trois éléments en jeu (gravité, résistance de l'air, inclinaison de la tangente à la trajectoire) disparaît entièrement. L'étude de ces divers cas est poussée très loin et comprend, outre les résultats classiques, des théorèmes nouveaux concernant notamment la forme et les propriétés de l'hodographe.

La deuxième partie, « Propriétés des trajectoires atmosphériques », traite des questions afférentes à la discussion des équations différentielles du mouvement et à la classification de leurs cas d'intégrabilité. Les trois dernières parties sont relatives à l'étude de ces derniers cas.

Outre le souci, d'ailleurs énoncé par l'auteur, de « réunir par la trame serrée d'une division logique toutes les théories jusqu'ici éparses, indépendantes et parfois contradictoires », l'ouvrage tout entier est dominé par l'idée maîtresse de conduire jusqu'au bout la solution des divers problèmes balistiques en respectant l'indétermination analytique de la fonction F (v), représentative de la résistance de l'air en fonction de la vitesse. Grâce à cette méthode, les problèmes abordés sont toujours résolus à l'aide de procédés absolument généraux, et non à l'aide d'artifices de calcul, basés sur le choix d'une représentation analytique, explicite de la fonction susvisée, représentation qui ne peut, d'ailleurs, se rapprocher de la réalité qu'à la condition de se placer dans un domaine plus ou moins restreint des valeurs de v. Les solutions obtenues par le Cl Charbonnier, étant ainsi indépendantes de la forme de la loi de résistance de l'air, seront donc toujours applicables, quelle que soit cette dernière.

Cette nécessité de la conservation de la forme implicite de F (v) n'avait pas échappé aux balisticiens; de Saint Robert et surtout Siacci tentèrent les premiers de réaliser ce desideratum. Ce dernier y parvint, mais à la condition de donner à certaines variables figurant dans les équations différentielles des valeurs constantes moyennes. L'accord avec l'expérience était ensuite réalisé par la détermination empirique de certains coefficients (cos λ, cos μ des formules de Siacci).

Les méthodes suivies par le Cl Charbonnier sont, au contraire, beaucoup plus directes. Partant de l'équation de l'hodographe, prise sous l'une des deux formes équivalentes :

$$(1) \qquad \frac{d(v\cos\tau)}{d\tau} = \frac{c\,F(v)}{g};$$

$$(2) \qquad \cos\tau\,\frac{du}{u\,d\tau} = \frac{c}{g}\,F\left(\frac{u}{\cos\tau}\right);\ u = v\cos\tau,$$

il examine les diverses hypothèses qui peuvent être faites quant à la grandeur des quantités figurant dans ces diverses relations et aux conséquences qu'elles entrainent pour les développements en série qui peuvent se déduire des formules (1) et (2). En particulier, dans le cas du tir de plein fouet, qui est le cas le plus général du tir des canons, l'angle τ reste toujours voisin de 0 sur l'arc de trajectoire utilisé par l'artilleur, et, comme il n'entre dans la relation (2) que sous le signe cosinus, en partant du développement de ces τ par rapport à la valeur 0 :

$$\cos\tau = 1 - \frac{\tau^2}{2} + \frac{\tau^4}{1.2.3.4},$$

on obtient pour développement de l'équation différentielle de l'hodographe, une série très convergente dont le premier terme s'intègre aisément à l'aide des quatre fonctions D, A, J, S de Siacci. Douze autres fonctions auxiliaires, dont les tables ont été calculées, permettent d'intégrer le second terme. Si l'on observe que la prise en considération du deuxième terme de la série amène à ne négliger que des termes en τ^5, on se rend compte de la haute approximation ainsi obtenue. A noter que ces douze fonctions se réduisent, d'ailleurs, à quatre dans les cas de la recherche des éléments du point de chute et du sommet.

Particularité remarquable : plusieurs des séries balistiques, classées, comme il a été dit ci-dessus, en partant d'hypothèses initiales très différentes, ont cependant des premiers termes presque identiques.

Le second volume n'offre pas, au point de vue théorique, un intérêt moindre que le premier; c'est ainsi que la question des « effets de rotation de la Terre » est notablement perfectionnée, bien que l'étude classique en eût été faite par Poisson. Le problème de la dérivation des projectiles oblongs, quoique déjà amené antérieurement à un haut degré de perfection, voit sa

solution généralisée dans le cas d'une résistance de l'air de forme analytique quelconque et dans le cas d'un départ irrégulier du projectile.

En résumé, la solution des divers problèmes de Balistique pratique peut aujourd'hui être considérée comme à peu près définitive, grâce aux méthodes du Cᵗ Charbonnier, et ce magnifique résultat, déjà consacré par l'Académie des Sciences, est encore confirmé par l'étude longue et minutieuse, que vient de faire la Commission de Gâvre, des nouvelles solutions proposées.

Une telle œuvre devrait, d'ailleurs, avoir une portée autre que celle, purement scientifique, qu'elle doit à sa valeur intrinsèque. Au moment où se décide devant le Parlement la création d'un corps d'ingénieurs d'Artillerie Navale, il est plaisant de voir s'augmenter tous les jours le nombre des candidats au nouveau corps, persuadés que le seul fait d'avoir tiré le canon leur donne toute compétence pour traiter des innombrables questions techniques relatives à la Balistique, à la Métallurgie, à la construction des bouches à feu et aux explosifs. La publication d'ouvrages comme celui dont nous venons de rendre compte devrait, semble-t-il, leur inspirer plus de modestie et de réserve dans la présentation bruyante de leurs demandes et de leurs titres. Il est, cependant, fort douteux que ce but soit atteint, la plupart d'entre eux, quelle que soit par ailleurs leur valeur à d'autres points de vue, ignorant la nature, sinon même l'existence, des questions qui y sont traitées !

2° Sciences physiques

Fesquet (E.), *Professeur au Collège et à l'Ecole des Mécaniciens de Dunkerque.* — **Cours pratique élémentaire d'Electricité industrielle.** — 1 *vol. in-8° de 242 pages avec 186 fig.* (*Prix* : 6 *fr.*) *H. Paulin et Cᵢᵉ, éditeurs*, 21, *rue Hautefeuille. Paris*, 1907.

Nicolas (E.), *Professeur à l'Ecole nationale professionnelle d'Armentières.* — **Vingt leçons pratiques sur les Courants alternatifs.** — 1 *vol. in-8° de 210 pages avec 222 fig.* (*Prix* : 5 *fr.*) *H. Paulin et Cᵢᵉ, éditeurs. Paris*, 1907.

Ces deux ouvrages se recommandent par le caractère pratique et expérimental des notions qu'ils exposent ; ils peuvent être mis entre les mains d'ouvriers électriciens ayant une bonne instruction primaire, et leur rendront certainement service. A signaler, dans chaque volume, une série de problèmes-types, empruntés à la pratique courante, et dont un certain nombre sont résolus.

Duchemin (R.). — **La dénaturation de l'Alcool en France et dans les principaux pays d'Europe.** — 1 *vol. in-8° de 264 pages.* (*Prix* : 7 fr. 50.) *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

M. Duchemin s'est proposé, dans cet intéressant ouvrage, d'exposer la question, si discutée, de la dénaturation de l'alcool. Il était facile, dans cette question, de réunir en un recueil les documents officiels, jusqu'ici épars et peu répandus, relatifs au problème de la dénaturation et de faire, en quelque sorte, une monographie de la dénaturation de l'alcool en France et à l'étranger. M. Duchemin n'a pas négligé ce côté de la question ; mais le principal mérite de son ouvrage est d'avoir fait suivre cet exposé d'une étude critique complète du problème de la dénaturation de l'alcool en France.

Après avoir passé en revue les lois, décrets et règlements qui régissent la matière dans notre pays, et exposé la campagne qui a été entreprise, dans ces derniers temps surtout, en faveur des emplois industriels de l'alcool, M. Duchemin indique et discute les divers modes de dénaturation employés dans les pays étrangers. Un chapitre très documenté est consacré aux moyens à mettre en œuvre pour augmenter en France l'écoulement de l'alcool dénaturé. L'auteur aborde ensuite la question, si controversée, du dénaturant à adopter : il conclut que le méthylène type Régie, à dose massive, doit être considéré en France comme le dénaturant le plus sûr et le meilleur. Cette conclusion, qui ne sera évidemment pas admise par tous, est appuyée par une discussion très précise, dont la lecture est particulièrement recommandée à tous ceux qui désirent se faire une idée nette du problème.

L'ouvrage se termine par une revue des questions économiques qui se rattachent à la dénaturation et par un chapitre où l'auteur a eu l'heureuse pensée de réunir les circulaires relatives à l'alcool dénaturé et les procédés officiels d'analyse des alcools dénaturés et du dénaturant.

Cet ouvrage constitue donc à la fois un recueil des lois, décrets, circulaires et règlements relatifs à la dénaturation de l'alcool en France et à l'étranger, un exposé très clair et très complet du problème de la dénaturation en France, et une étude critique de ce problème.

On ne peut qu'en recommander la lecture à tous ceux qui désirent se documenter d'une façon précise sur cette importante question.

E. Boullanger,
Chef de Laboratoire
à l'Institut Pasteur de Lille.

3° Sciences naturelles

Leteur (F.), *Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.* — **Traité élémentaire de Minéralogie pratique.** — 1 *vol. de 125 pages, avec 150 figures et 26 planches hors texte tirées en 15 couleurs. Ch. Delagrave, éditeur. Paris*, 1907.

Dans la pensée de l'auteur, ce livre s'adresse surtout aux amateurs soucieux de classer intelligemment les échantillons de leur collection ; mais il pourra être lu avec profit par tous ceux qui désirent élargir le cadre de leurs connaissances générales.

Dans un autre ordre d'idées, les étudiants de nos Facultés y puiseront des notions leur permettant d'aborder avec fruit et sans difficulté l'étude des ouvrages classiques.

Le Traité de Minéralogie pratique comprend deux parties : un texte explicatif des planches en couleurs et un exposé théorique, réduit aux principes essentiels, comprenant : la description des formes minéralogiques, la détermination de la densité des minéraux, des principes de Cristallographie géométrique, une théorie élémentaire de l'Optique cristalline, un exposé des propriétés physiques et mécaniques des minéraux et des lois de leur constitution chimique, enfin des généralités sur la détermination et l'origine des minéraux, les groupes et les associations, la classification des espèces et leur coexistence dans les roches.

En un mot, tout ce qui, en Minéralogie, est essentiel, a été traité par l'auteur, qui a eu soin de donner à chaque sujet un développement en rapport avec son importance.

Le chapitre qui traite de l'Optique cristalline est particulièrement intéressant. Il n'était pas aisé de présenter sous une forme simple et accessible des phénomènes dont l'étude entraîne généralement l'emploi des Mathématiques.

M. Leteur est parvenu à donner en quelques pages un sens physique très net des interférences, de la polarisation, de la double réfraction, et a fait très heureusement l'application des notions théoriques acquises aux cristaux uniaxes et biaxes. Tout cela est exposé sans un calcul, dans un style sobre, mais élégant, clair et précis.

Il en résulte que la lecture du Traité élémentaire de Minéralogie, dont le caractère nettement scientifique écarte toute impression de vulgarisation, est des plus attrayantes. Les planches en couleurs sont, pour la plupart des espèces figurées, d'un réalisme saisissant, et il faut en féliciter l'éditeur, car ce genre de repré-

sentation est souvent défectueux. L'ensemble constitue un ouvrage très séduisant, répondant bien à la pensée de l'auteur exprimée dans sa préface : « Les idées générales tombent dans le domaine commun et peuvent être exposées et comprises sans l'attirail encombrant des théories particulières. »

E. Tassilly,
Professeur agrégé
à l'Ecole supérieure de Pharmacie.

Commission géographique et géologique de l'Etat de Saint-Paul. — Exploration des rivières Feio et Aguapehy. Exploration de la rivière Tieté. — 2 *vol. in-4° avec nombreuses gravures et cartes en couleurs. Imprimerie Rothschild, São-Paulo (Brésil).*

L'Etat de São-Paulo (Saint-Paul) est l'un des plus importants et des plus riches du Brésil. Géographiquement, il peut être divisé en deux parties : une bande orientale montagneuse relativement étroite, bordant la côte de l'Atlantique, et un haut plateau occidental sillonné par de nombreux cours d'eau qui vont se jeter dans le Parana. Cette partie est la moins peuplée et la moins connue; aussi la Commission géographique et géologique de l'Etat de Saint-Paul en a-t-elle entrepris l'exploration méthodique par l'envoi de Missions bien organisées, qui doivent explorer le cours des principales rivières, en relever le tracé exact et étudier aussi les régions avoisinantes au point de vue de leurs richesses naturelles.

Ce sont les premiers résultats de ces travaux qui sont aujourd'hui exposés en deux volumes relatifs aux rivières Feio, Aguapehy et Tieté. Ceux-ci contiennent des renseignements très intéressants sur la topographie, la géologie, la flore et la faune des régions traversées. Au point de vue matériel, ils sont remarquablement exécutés : ils renferment de belles similigravures et des cartes en couleur sortant des ateliers de São-Paulo, qui ne le cèdent en rien à celles de nos maisons européennes. Il n'y a donc qu'à se féliciter de voir le goût et la culture des études géographiques se répandre ainsi au Brésil.

Perrot (Emile), *Professeur à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris.* — **Les Végétaux utiles de l'Afrique tropicale française.** *Fascicule* II : **Le Karité, l'Argan et quelques autres Sapotacées à graines grasses de l'Afrique.** — 1 *vol. in-8° de* 195 *pages. Challamel, éditeur. Paris,* 1907.

Nous avons déjà analysé ici le premier fascicule de la publication entreprise en 1905 par M. Aug. Chevalier. Le second fascicule, qui vient de paraître, a été rédigé par M. Perrot, l'ami et le collaborateur du vaillant explorateur de notre Afrique occidentale.

Reparti en novembre 1906 pour la Côte d'Ivoire, M. Chevalier, à qui des missions successives n'ont pas permis jusqu'alors de mettre à jour toutes ses observations, a confié à M. Perrot le soin de continuer, en son absence, l'œuvre commencée.

Avec raison, M. Perrot a pensé que, parmi les produits que nos colonies africaines peuvent fournir et que, dès maintenant, la Métropole a intérêt à mieux connaître, les graines grasses se placent en bon rang; et son présent Mémoire est entièrement consacré à l'une des familles qui sont plus particulièrement riches en représentants oléagineux dans les pays chauds : la famille des Sapotacées.

Le karité, notamment, est depuis longtemps bien connu, et la limitation de son habitat dans la zone soudanienne, loin des côtes, est la principale cause qui a toujours entravé le commerce de ses graines. Mais que la situation économique de l'intérieur de l'Afrique française se modifie, au fur et à mesure de l'extension progressive des voies ferrées et de l'abaissement des prix de transport qui en sera la conséquence, et ces graines, dont la substance grasse concrète semble pouvoir être avantageusement employée pour la consommation ou en stéarinerie, pourraient très bien devenir un article régulier d'exportation. Il est dès lors de toute utilité de posséder sur la plante, sur sa végétation, sa répartition, ses modes possibles d'exploitation et la valeur exacte de ses produits, des renseignements complets.

C'est cette documentation qu'a cherché à nous donner M. Perrot dans une longue et consciencieuse étude, qui représente plus de la moitié du volume.

La seconde Sapotacée sur laquelle insiste ensuite l'auteur est l'arganier, aussi connu dans le sud-ouest du Maroc que l'est le karité au Soudan. Sans doute, la production de l'huile d'argan restera toujours limitée, et la dureté du noyau ne laisse guère espérer que le produit soit jamais à bas prix; mais c'est au Maroc même que l'élargissement de l'aire de dispersion de l'espèce, à travers des régions où ne croît pas l'olivier et dont la mise en valeur est plutôt difficile, rendrait peut-être des services. « Et nous faisons actuellement tous nos efforts, dit M. Perrot, pour combler les lacunes qui existent encore dans l'état de nos connaissances sur cet arbre singulier, objet de la curiosité des touristes qui touchent à la côte occidentale du Maroc, vers Mogador ».

Bien moins connues encore sont les autres graines grasses que M. Perrot passe aussi en revue, et qui, celles-ci, proviennent de Sapotacées du Congo. Mais, précisément parce que nos connaissances sur ces autres espèces sont très incomplètes, et qu'il serait à souhaiter qu'elles s'étendissent, car les graines en question sont déjà apparues, à plusieurs reprises, dans le commerce ou dans les laboratoires, la mise au point momentanée tentée par M. Perrot rendra service en facilitant les recherches futures. Elle était d'autant plus nécessaire que les divers noms donnés successivement par Pierre à plusieurs de ces espèces, telles que le *njavé*, ont créé une synonymie bien confuse, heureusement débrouillée déjà par Engler.

On ne saurait trop répéter que la détermination botanique d'une plante économique est le premier travail absolument indispensable pour l'étude du produit. Trop souvent les chimistes se contentent des noms commerciaux ou indigènes, ou de provenance géographique, qui leur sont indiqués; ils oublient que chacun de ces termes peut désigner plusieurs substances d'origines botaniques diverses; et ainsi s'expliquent les différences considérables qu'on relève à tout instant, lorsqu'on compare, d'un traité à l'autre, les caractères physiques et chimiques attribués à une huile ou à un beurre.

L'étude d'un produit végétal, quel qu'il soit, n'est durable et n'a de valeur et d'intérêt que si la plante productrice est bien spécifiée; en ce cas seulement, les résultats obtenus se rapportent à quelque chose de précis, de composition relativement fixe.

Il faudrait donc que, le plus tôt possible, on pût faire, pour les autres Sapotacées congolaises, tout au moins l'histoire préliminaire que M. Perrot vient de tenter pour le *njavé*, le *noumgou*, et le *moabi* ou *maniki*.

En attendant, l'auteur a très clairement exposé tout ce que nous savons actuellement — et même plus que nous en savions antérieurement, puisqu'il y a dans l'ouvrage beaucoup de faits nouveaux — sur les Sapotacées oléagineuses de l'Afrique occidentale.

Henri Jumelle,
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

4° Sciences médicales

Combe (Dr A.), *Professeur à l'Université de Lausanne.* — **L'Auto-intoxication intestinale.** — 1 *vol. in-8° de* 565 *pages.* (*Prix* : 12 *fr.*) *J.-B. Baillière et fils, éditeurs. Paris,* 1907.

Il y a deux parts à faire dans ce livre. L'une a trait à la pratique médicale de M. Combe, qui depuis longtemps déjà est connu par les cures qu'il accomplit chez les malades atteints d'entérocolite muco-membraneuse. L'auteur nous expose la manière dont il procède pour instituer régime, hygiène et thérapeutique.

Les procédés sont très simples, très logiques; c'est le régime végétarien fondé principalement sur les pâtes alimentaires, les légumes en purée ou en potage, les bouillies de farine, ou bien le régime du lait pur et des laits fermentés, comme le képhir, le yoghourt, les laits caillés. Les succès de l'auteur tiennent surtout à la manière dont il applique ces régimes, à une discipline sévère, à une surveillance attentive. Voilà ce qu'on trouve à Lausanne.

L'autre part du livre de M. Combe a trait à la description symptomatique des phénomènes d'auto-intoxication intestinale, à l'appréciation clinique de ces phénomènes et à leur pathogénie. L'auteur fait jouer un grand rôle au régime carné, qui donne naissance à d'abondantes toxines résorbées par l'intestin. Il considère la présence des sulfo-éthers dans l'urine comme l'indice de la putréfaction intestinale, et le dosage des sulfo-éthers comme un moyen d'apprécier le degré de la putréfaction et de l'auto-intoxication.

Il nous fait connaître une littérature médico-chimique extrêmement riche ayant trait à ces questions. Malheureusement l'exposé des résultats manque un peu de critique. Beaucoup de ces travaux allemands ont été faits dans de mauvaises conditions, sans tenir un compte suffisamment exact du régime alimentaire. Des travaux récents faits en France ont montré que les sulfo-éthers sont en rapport avec la dégradation normale des albuminoïdes dans l'organisme, qu'ils se forment en dehors de l'intestin, et que leur quantité dans l'urine exprime, non le degré de l'intoxication intestinale, mais la quantité des albumines dégradées dans l'organisme. D'ailleurs, les autres questions d'analyse urinaire donnent prise à la même critique : pour l'excrétion des substances normales et anormales de l'urine, l'auteur n'a pas tenu assez compte des ingestions alimentaires; il nous effraie par le nombre et la variété des coefficients urinaires, dont la signification, plus ou moins fantaisiste, n'est pas discutée. En somme, cette partie du livre de M. Combes représente une science biologique superficielle, bien que très compliquée; il est regrettable que l'auteur n'ait pas apporté, à l'exposé des notions scientifiques sur l'auto-intoxication intestinale, le même esprit judicieux qui fait de lui un observateur émérite et un habile praticien.

M. Labbé,
Médecin des Hôpitaux,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

5° Sciences diverses

Nardi-Greco (Carlo). — **Sociologia giuridica.** — 1 *vol. in-8°, de* XXVIII-480 *pages.* (*Prix* : 12 *fr.*) *Bocca frères, éditeurs. Turin*, 1907.

Après l'ouvrage presque classique de Post : *Grundzüge der Ethnologischen Jurisprudenz*, le livre de M. Nardi-Greco vient à son heure. Il nous résume la plupart des faits ethnologiques se rapportant à ce que l'on appelle le *droit*, et, si les matériaux ethnologiques utilisés par l'auteur sont parfois vieillis et incomplets, la conclusion se détache néanmoins assez nettement.

La méthode de M. Nardi est celle de son maître, le Professeur Asturaro; elle est, d'ailleurs, expliquée par ce dernier dans la préface à la « Sociologie juridique ».

Les rapports entre les phénomènes sociaux sont ou de *cause* ou de *coexistence*. Le premier groupe comprend les rapports de *condition* ou économiques ; les rapports *génésiques*, c'est-à-dire qui surgissent de la filiation par naissance ; et enfin *téléologiques*, c'est-à-dire les rapports des moyens au but, rapports qui surgissent des volontés individuelles. Dans le second groupe, les rapports sont aussi de trois sortes : les rapports du moins urgent au plus urgent; ceux du plus général au moins général ; et enfin les rapports du plus complexe au moins complexe.

Le droit surgit des rapports du premier groupe, et surtout des phénomènes de condition, c'est-à-dire économiques, et des phénomènes génésiques, c'est-à-dire familiaux.

En somme, le droit n'est que la *garantie* des rapports normaux et constants. Quelle que soit la complexité des phénomènes économiques ou de parenté, partout le droit sert à *conserver* les biens économiques et à *consolider* les rapports génésiques ou familiaux.

D'autre part, chronologiquement, le droit apparaît avant la guerre.

C'est en prenant pour base ces propositions que l'auteur examine d'abord l'origine des phénomènes juridiques dans les sociétés animales et dans les sociétés humaines primitives ; puis il passe en revue ces phénomènes tels qu'on les observe dans les « communautés domestiques » (familiales), dans les communautés de village (par exemple « le mir » russe). Il envisage enfin les phénomènes juridiques dans le domaine économique et dans le domaine politique (quand la fonction juridique est assumée par les pouvoirs publics), insistant surtout sur les phénomènes juridiques dans l'état individualiste.

De tous ces examens, M. Nardi-Greco déduit les caractéristiques générales du droit que j'ai données plus haut : garantir les biens et les activités soit de la totalité de la société, soit de certains groupes dans cette société. Il en déduit aussi la distinction entre le droit, d'une part, et la morale, la religion, et autres « normes » de la conduite sociale, d'autre part.

En résumé, le livre de M. Nardi-Greco est un essai, une tentative intéressante pour baser la notion du droit sur les faits ethnologiques et d'après une méthode scientifique. A ce titre, il mérite d'être lu et étudié par les savants et surtout par les anthropologistes, les ethnographes et les sociologues.

J. Deniker,
Bibliothécaire du Muséum national d'Histoire naturelle.

Modestov (Basile). — **Introduction à l'Histoire romaine.** *Préface de* M. Salomon Reinach, *de l'Institut. Traduit du russe par* M. Michel Delines. — 1 *vol. in-4° de* 472 *pages avec* 39 *planches hors texte et* 30 *fig. dans le texte.* (*Prix* : 15 *fr.*) *F. Alcan, éditeur. Paris*, 1907.

Depuis trente ans, les études préhistoriques et protohistoriques ont pris un essor extraordinaire en Italie, mais on n'avait pas encore présenté d'esquisse générale bien informée pouvant guider le savant spécialiste ou le débutant dans le vaste domaine de la préhistoire de ce pays. Cette œuvre a tenté M. Modestov, auquel un long séjour en Italie a permis d'étudier l'immense matériel archéologique et palethnologique réuni à la suite des nombreuses fouilles pratiquées à Rome même et dans d'autres parties du pays.

Grâce à ses études, il a pu faire reculer devant lui le point de départ de l'histoire romaine. Aux monts Albains, il a retrouvé les traces d'une période en grande partie antérieure à la vie historique de l'Esquilin et du Quirinal; dans le sud-ouest de l'Etrurie, il a rencontré l'époque des Falisques, les plus proches parents des Latins. Les terramares de la vallée du Pô, les habitations sur pilotis en terre ferme et les palafites des lacs Vénètes lui ont présenté des vestiges des premières colonies aryennes établies sur le sol italien. Enfin, il a reconnu les traces des Sicules, signalés par les historiens comme ayant occupé ce territoire avant la race indo-européenne, et les fouilles pratiquées en Sicile lui ont révélé une civilisation se rattachant à l'époque néolithique. D'importants développements sont donnés à l'étude des Etrusques, qui occupent une large place dans l'Italie préhistorique et au sujet desquels M. Modestov se trouve en désaccord avec Mommsen et d'autres savants. Les discussions sur ce point constituent une des parties certainement les plus originales et intéressantes du livre.

De nombreuses gravures reproduisent les objets et les monuments les plus instructifs qui servent de base à cette préhistoire.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 Novembre 1907.

L'Académie présente à M. le Ministre de l'Instruction publique la liste suivante de candidats : *a*) pour le poste de directeur de l'Observatoire de Marseille : 1° M. **Bourget**; 2° M. **Simonin**; *b*) pour le poste de directeur de l'Observatoire d'Alger : 1° M. **F. Gonnessiat**; 2° M. **L. Fabry**.

1° Sciences mathématiques. — MM. **Bassot, Ch. André, B. Baillaud, E. Stephan, L. Picart** et **E. Esclangon, Th. Moreux, Bruck, Chofardet** et **Pernet** présentent respectivement leurs observations sur le passage de Mercure sur le Soleil, faites le 13-14 novembre aux Observatoires de Nice, Lyon, Toulouse, Marseille, Bordeaux, Bourges et Besançon. — M. **A. de la Baume-Pluvinel**, par l'étude du spectre du Soleil dans le voisinage du bord de Mercure, a constaté que les radiations solaires ne paraissent nullement absorbées par leur passage à travers l'atmosphère de la planète. — M. **H. Deslandres** discute les résultats obtenus par l'observation de la comète Daniel 1907 *d* et propose un plan général d'organisation pour l'étude physique complète des comètes. — M. **G. Le Cadet** a observé à Phu-Lien (Tonkin) la disparition complète des satellites de Jupiter dans la nuit du 3 au 4 octobre. — MM. **Cirera** et **Balcelli** déduisent de leurs observations qu'il y a très probablement un rapport de cause à effet entre l'activité solaire et les perturbations magnétiques. Cette influence solaire s'exerce ordinairement dans deux directions, radicale et tangentielle, et quelquefois (aux paroxysmes solaires) dans des directions qui forment un angle très ouvert avec la direction radiale.

2° Sciences physiques. — MM. **C. Tissot** et **F. Pellin** corrigent l'astigmatisme des prismes biréfringents en superposant à l'oculaire une lentille cylindrique de puissance convenable, orientée de manière que la section axiale coïncide avec le plan de symétrie du prisme. — MM. **H. Abraham** et **Devaux-Charbonnel** étudient la propagation des courants téléphoniques sur les lignes souterraines. Au départ, la différence de potentiel et l'intensité du courant doivent présenter un écart de phase de $3\pi/4$, quelles que soient les constantes de la ligne et la fréquence du courant. — MM. **A. Cotton, H. Mouton** et **P. Weiss** ont étudié, avec le gros électro-aimant du Polytechnicum de Zürich, la biréfringence magnétique du nitro-benzène. Dans un champ uniforme, elle est proportionnelle au carré du champ; dans un champ non uniforme, mais très allongé, le phénomène devient extrêmement net. — MM. **G. Sizes** et **G. Massol** ont constaté que les diapasons mis en vibration émettent une série de sons partiels plus graves que leur son fondamental; cette série atteint plusieurs octaves et contient un assez grand nombre d'harmoniques intermédiaires. — M. **F. Bordas** a reconnu que les rayons Roentgen provoquent des changements dans la coloration des corindons analogues à ceux que produisent les rayons γ du radium. — M. **P. Gaubert** a constaté que les sulfates de baryum et de strontium, cristallisant en solution sulfurique, donnent des formes semblables à celles qu'on connaît dans la barytine et la célestine naturelles; celles-ci sont identiques pour les divers sulfates qui syncristallisent. — M. **M. Daufresne** a isolé de l'essence d'estragon l'aldéhyde *p*-méthoxycinnamique, Eb. 171° sous 15 mm. D'autre part, la fixation de HIO sur l'estragol lui a donné une monoiodhydrine du *p*-méthoxyphénylpropanediol.

3° Sciences naturelles. — M. **Ch. Vaillant** montre que le diagnostic de la mort réelle peut être établi, quant à présent, par l'examen radiographique des organes abdominaux, qui ne se devinent même pas sur le vivant et se dessinent très nettement sur le cadavre. — M. **R. Robinson** montre que les appendices épiploïques ou graisseux se retrouvent chez le fœtus et l'enfant; ils sont au gros intestin ce que le grand épiploon est à l'intestin grêle. Leur rôle est un rôle mécanique, hydrodynamique en même temps que chimique. — M. **L. Boutan** a constaté que les larves de *Xylotrechus quadrupes* (borer indien) du caféier sont tuées à une température de 50° et que le caféier supporte sans inconvénient cette température. Il a construit une étuve pratique pour la destruction des larves sur l'arbre même. — M. **Ducamp** a observé, dans un champ servant aux exercices du Génie, de nombreuses anomalies sur les fleurs de trèfle blanc; elles sont dues au piétinement. — M. **M. Molliard** a constaté, chez des cultures pures d'*Ulex europæus* sur milieu gélosé contenant du glucose, que la formation des piquants allait en s'accentuant au fur et à mesure que la quantité de glucose augmentait. — M. **L. Bertrand** a étudié les nappes de charriage nord-pyrénéennes et pré-pyrénéennes à l'est de la Neste. — M. **E. Chaput** montre que, à l'époque de la terrasse pliocène de 130 m., la Loire s'écoulait dans la Saône par la vallée de Chagny. Lorsque ce régime hydrographique a cessé par une capture de la Loire (vers Paray-le-Monial), la Saône et la Loire, dès lors indépendantes, ont creusé leurs vallées de la même quantité (130 m.) jusqu'au niveau actuel. — MM. **F. Dienert** et **E. Bouquet**, par l'étude de la radio-activité des eaux souterraines, ont reconnu que les eaux superficielles dissolvent rapidement dans le sol l'émanation qu'elles rencontrent.

Séance du 25 Novembre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **T. Lalesco** présente ses recherches sur l'ordre de la fonction entière D (λ) de Fredholm. — M. **B. Heywood** étudie quelques points de la théorie des fonctions fondamentales relatives à certaines équations intégrales. — M. **P. Montel** montre qu'une famille de fonctions analytiques ou harmoniques, d'un nombre quelconque de variables, ne prenant, dans un domaine où elles sont continues, ni la valeur 0, ni la valeur 1, est une famille également continue; de toute suite infinie de ces fonctions, on peut extraire une suite nouvelle convergeant uniformément vers une fonction limite. — M. **H. Dulac** signale quelques propriétés des intégrales passant par un point singulier d'une équation différentielle. — M. **G. Leveau** présente ses déterminations des éléments solaires et des masses de Mars et de Jupiter d'après les observations méridiennes de Vesta. — M. **D. Eginitis** a observé le passage de Mercure sur le disque du Soleil à l'Observatoire d'Athènes par un ciel en partie couvert; il n'a pas remarqué d'aplatissement sensible de la planète.

2° Sciences physiques. — M. **J. Becquerel** estime que la dispersion rotatoire magnétique des cristaux aux environs des bandes d'absorption est due entièrement à l'effet simultané de la dispersion anomale et de la séparation des bandes en deux composantes correspondant à des vibrations circulaires de sens opposés. — MM. **A. Mayer, G. Schaeffer** et **E. Terroine** montrent qu'en général l'addition de traces d'acides à des solutions colloïdales négatives, d'alcalis à des solutions positives, augmente la grandeur des granules colloïdaux. — MM. **L. Brunel** et **P. Woog** ont réalisé la synthèse

de l'ammoniac à partir de ses éléments en faisant passer un mélange d'air et d'hydrogène en excès sur de l'oxyde de nickel à 180°-200°. — M. M. **Guichard**, par action de la vapeur d'iode sur de la fonte d'uranium à 500° en tubes scellés, a obtenu le tétraiodure d'uranium, UI^4, composé très instable. — MM. **G. Bertrand** et **M. Javillier** ont perfectionné leur méthode de dosage de très petites quantités de zinc en séparant le calcium et le zinc par H^2S; ils arrivent à doser 1/30.000.000e de zinc dans une liqueur. — M. **L. Henry**, en faisant réagir l'acide nitreux sur l'isobutylamine, a obtenu un liquide constitué pour les trois-quarts par de l'alcool butylique tertiaire. Cette isomérisation nitreuse paraît assimilable à celle que présentent les éthers haloïdes sous l'action de la chaleur. — M. **P. van Romburgh** a étudié les particularités que présente le lupéol lorsqu'on le fond et les attribue à la formation de deux variétés hétéromorphes énantiotropes. — MM. **Ch. Moureu** et **A. Valeur** ont dédoublé la méthylspartéine provenant de la décomposition de l'hydrate de méthylspartéinium en deux isomères : α, F. 30°-31°, $[\alpha]_D = -55°,4$, et β, Eb. 181°-183° sous 16,5 mm., $[\alpha]_D = +9°,9$. — M. **G. Blanc**, en partant du β-méthyl-adipate de méthyle, a réalisé la synthèse de la lactone de l'acide 2:4-diméthylcyclopentanol-2-acétique-1, Eb. 127°-130° sous 12 mm. — M. **M. Leprince** est parvenu à isoler du gui un alcaloïde volatil, $C^8H^{11}Az$, qu'il a obtenu à l'état de chloroplatinate.

3° Sciences naturelles. — M. **E. de Bourgade de la Dardye**, à propos d'une note récente de M. Vaillant, signale qu'il a déja indiqué en 1898 la possibilité de reconnaître la mort réelle par la radiographie de l'intestin. — M. **J. Lignières** montre qu'on peut diagnostiquer la tuberculose chez les animaux, en particulier chez les Bovidés, par l'emploi simultané de l'ophtalmo- et de la cuti-dermo-réaction, sans avoir recours aux injections sous-cutanées de tuberculine. — M. **Moussu** déduit de ses expériences de cultures de tuberculose *in vivo* que la réaction à la tuberculine n'est pas une réaction qui tient à la présence même de bacilles tuberculeux dans un organisme, mais bien une réaction d'imprégnation de cet organisme par des produits toxiques élaborés par le bacille de Koch. — M. **C. Beck** propose de réaliser la cure d'altitude appliquée au traitement de la tuberculose par la cure en ballon, qui offre, sur les stations de montagne, l'avantage d'une plus grande pureté chimique et bactériologique de l'air. — M. **Foveau de Courmelles** apporte 53 cas de régression des fibromes et de stérilisation ovarique chez la femme par l'action profonde des rayons X. — MM. **C. Fleig** et **E. Jeanbrau** ont reconnu que la marche du travail des deux reins n'est nullement parallèle, soit pour l'excrétion de l'eau, soit pour l'excrétion des matières dissoutes, mais qu'elle est régie par une série d'oscillations établissant un vrai balancement de l'un à l'autre. — M. **L. Roule** a étudié des colonies d'Alcyonaires provenant des Moluques et présentant des passages des colonies étalées aux colonies dressées et, parmi ces dernières, de la symétrie radiaire à la symétrie bilatérale avec répétition des pièces homologues. — M. **J. Loeb** répond à certaines critiques adressées par M. Delage à ses travaux. — MM. **R. Gaultier** et **J. Chevalier** montrent que l'action hypotensive exercée par l'extrait aqueux du gui est due, en presque totalité, à une action centrale exercée par la substance sur le système nerveux vasomoteur. — M. **P. Claverie** a fait l'étude anatomique de quelques Cypéracées textiles de Madagascar dans le but de déterminer l'origine des pailles qu'elles fournissent. — M. **P. Becquerel** signale un cas remarquable d'autotomie du pédoncule floral du tabac, provoquée par le traumatisme de la corolle. — M. **Leclerc du Sablon** a observé des figues réduites à un capitule de fleurs mâles toutes visibles de l'extérieur, qui lui paraissent devoir être considérées comme un retour à la forme primitive de la figue, correspondant à une époque où la symbiose entre le figuier et le blastophage n'existait pas. — M. **L. Mangin** distingue, dans la maladie du rouge du sapin, le rouge général du rouge partiel. Le premier est dû soit à la sécheresse, soit aux Bostryches, soit au Rhizomorphe; le second, qui ne compromet pas la vie de l'arbre, est dû soit au traumatisme, soit au *Phomia abietina*, soit à l'*Aecidium elatinum*. — M. **F. Pelourde** montre que, chez les Marattiacées vivantes, les variations de structure du système fasciculaire sont analogues à celles que l'on rencontre chez les *Caulopteris* fossiles.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 19 Novembre 1907.

M. le Président annonce le décès de M. **H. Folet**, Correspondant national de l'Académie. — M. **Ch. Moureu** est élu membre titulaire dans la Section de Pharmacie.

M. **Ch. Fernet** a étudié, d'après des statistiques de divers services d'hôpitaux, la part qui revient à l'alcoolisme dans la mortalité générale. Sur un total de plus de 1.500 décès, l'alcoolisme intervient, comme cause de mort, dans le tiers des cas (33,81 °/₀); il en est la cause principale dans le dixième des décès (10,2 °/₀); il en est la cause adjuvante dans plus de deux autres dixièmes (23,61 °/₀). Il intervient dans la moitié de la mortalité chez les aliénés. Son influence est plus marquée chez les hommes que chez les femmes. — MM. **L. Landouzy** et **J. Troisier**, chez un bébé de soixante-dix jours, atteint d'hérédo-syphilis et mort athrepsique, ont trouvé à l'autopsie les lésions suivantes : canal artériel persistant, aorte diminuée de calibre en aval de la sous-clavière gauche, rate grosse, foie augmenté de volume et présentant des lésions dégénératives et inflammatoires, rein présentant des lésions inflammatoires.

Séance du 26 Novembre 1907.

M. **F. Henneguy** est élu membre titulaire dans la Section d'Anatomie et Physiologie.

M. **H. Vincent** établit que les lésions du foie, plus particulièrement celles des cellules hépatiques, retentissent gravement sur les propriétés défensives, à la fois cellulaires et humorales, de l'organisme qui en est atteint. Les altérations importantes du foie provoquent une diminution du taux des leucocytes du sang, une atténuation du pouvoir opsonisant et une insuffisance notable de l'alexine du sérum, et font fléchir le niveau de la résistance aux germes infectieux, en particulier au bacille tétanique. — MM. **G. Lemoine** et **Gérard** communiquent un travail sur les conceptions diverses de l'action antitoxique du foie vis-à-vis des poisons tuberculeux. — M. **Leroux** lit un travail sur l'adénopathie trachéo-bronchique dans ses rapports avec la tuberculose pulmonaire chronique chez les enfants.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 16 Novembre 1907.

MM. **A. Gilbert** et **M. Herscher** n'ont pas trouvé de pigments biliaires dans les fèces de l'adulte; on y rencontre parfois de la stercobiline et toujours du stercobilinogène très abondant. Chez le nouveau-né, c'est exactement le contraire qui se passe. — MM. **A. Desgrez** et **J. Posen** ont constaté que le poids moyen de la molécule élaborée par le cobaye est légèrement augmenté par ingestion prolongée de petites doses d'acide phosphorique; il est, au contraire, diminué par les deux phosphates mono- et trisodiques. — MM. **C. Parhon** et **C. J. Urechie** ont vérifié les bons effets du chlorure de calcium dans le traitement de l'eczéma. — Mlle **A. Drzewina** signale des faits qui lui paraissent contraires à l'existence d'une autotomie psychique chez les Crabes : en particulier, l'autotomie sans excitation violente peut se produire après isolement des ganglions cérébroïdes. — M. **H. Piéron** ne croit pas cette objection suffisante. Il a recherché l'autotomie protectrice réflexe chez les Orthoptères; il ne l'a pas constatée chez les Mantides, mais on l'observe chez les

Gryllides, les Locustides, les Acridides et les Forficulides. — M. **A. Netter** a observé également l'action favorable des sels de calcium dans le traitement de l'eczéma et aussi dans la tétanie expérimentale. Elle se justifie par leur action antagoniste vis-à-vis des sels de sodium. — M. **E. Fauré-Frémiet** a retrouvé le *Trichorhynchus tuamotensis* dans des mousses récoltées aux environs de Marly-le-Roi; lorsque le milieu se dessèche ou s'altère, il forme des kystes de protection très résistants, qui reviennent à la vie active dans l'humidité. — M. **Ch. Porcher**, dans les conditions normales, n'a jamais trouvé trace des chromogènes de l'indol et du scatol dans le lait de la chèvre, alors même qu'ils sont éliminés abondamment par l'urine. — MM. **H. Cousin** et **H. Hérissey** ont constaté que le thymol est oxydé par le ferment oxydant des champignons avec formation de dithymol et d'autres produits plus complexes. — M. **A. Frouin** a reconnu que les sucs pancréatiques sécrétés sous l'influence de différents régimes possèdent, à volume égal, des activités digestives sensiblement égales. — MM. **A. Frouin** et **A. Mauté** ont déterminé chez des chiens, par ingestion de sels de potasse, des lésions du rein, puis de la cirrhose du foie et enfin l'ascite expérimentale. — M. **L. Launoy** a observé que la chromatine nucléaire de la cellule hépatique du lapin à jeun de vingt-quatre heures est très stable dans la solution de NaCl isotonique. — M. **A. Wadoux** a constaté que les leucocytes lavés, en l'absence de sérum, phagocytent, quoique faiblement, le bacille pesteux. Cette phagocytose devient d'autant plus intense qu'on ajoute plus de sérum antipesteux au milieu. — M. **Ch. Hervieux** caractérise l'acide glycuronique dans les urines par sa réaction avec la *p*-bromophénylhydrazine, qui donne un précipité insoluble dans l'alcool absolu. — M. **B. Bord** a examiné dix-neuf syphilitiques en puissance d'accidents secondaires : douze présentaient des signes d'appendicite très évidents. — M. **H. Dunschmann** décrit une méthode simple de recherche du bacille typhique dans les garde-robes, basée sur l'emploi d'une solution de taurocholate. — M. **C. Cépède** présente une nouvelle cuvette à coloration à rainures mobiles. — MM. **A. Gilbert** et **M. Chiray** ont reconnu que le sang des cirrhotiques ascitiques est dans un état constant d'hypoalbuminose.

Séance du 23 Novembre 1907.

M. **J. Nageotte** décrit les variations du neurone sensitif périphérique (fenestrations, formation de pelotons péricellulaires, développement de fibres claviformes) qu'il a observées dans un cas d'amputation récente de la partie inférieure de la cuisse. — MM. **H. Bierry**, **A. Pettit** et **G. Schaeffer** ont préparé des sérums néphrotoxiques et hépatotoxiques par injections intrapéritonéales à des lapins de nucléoprotéides de rein ou de foie (de chien), préalablement lavé par circulation d'eau salée dans les vaisseaux. — M. **F. Arloing** conclut, de nouvelles expériences sur des chiens et des veaux, que la cuti-réaction peut faire défaut sur des sujets tuberculisés. — MM. **Chevrel** et **Roger** ont isolé les hématoblastes en centrifugeant du sang de lapin reçu dans une solution hypertonique ; par injection de ces corps dans le péritoine, ils ont préparé un sérum antihématoblastique. — M. **R. Dubois** montre que la chaleur est l'agent principal de transformation du distome immaturé de *Gymnophallus margaritarum*. — M. **J. Salmon** a constaté que les particularités que présente le système musculaire des ectoméliens sont en contradiction absolue avec l'hypothèse d'un arrêt de développement simple ou de cause mécanique. On observe plutôt des variations ostéogénétiques précoces avec adaptation du système musculaire. — M. **G. Ravaut**, par l'ophtalmo-réaction, a reconnu une fréquence très élevée de la tuberculose (43 %) parmi les aliénés de l'Asile d'Armentières. — M. **J. Giaja** n'a observé la présence de la raffinase, ni chez les Mollusques marins, ni chez les Crustacés marins, quoiqu'elle se trouve chez leurs congénères terrestres; seul, le *Homarus vulgaris* renferme de la lactase. — M. **F. Henneguy** a étudié le développement de la chorde dorsale chez l'*Acanthias*; aux dépens de la substance fondamentale se forment successivement des fibres élastiques, puis des fibres conjonctives, puis de nouveau des fibres élastiques. — M. **L. Bory** a vu une grande amélioration des symptômes, dans la tuberculose pulmonaire et la broncho-pneumonie infantile, succéder à l'injection sous-cutanée de glycérine au soufre. — M. **F. Cathelin** présente un nouvel instrument pour mesurer instantanément le volume intravésical de la prostate, en particulier celui du lobe médian. — M. **G. Seillière** a constaté que le coton traité par la liqueur de Schweitzer acquiert la propriété d'être digéré par le suc intestinal de l'escargot, même lorsqu'on le dessèche à 100°. — M. **H. Piéron** poursuit l'exposé de ses recherches sur l'autotomie chez les Décapodes. — M. **A. Frouin** montre que l'addition de peptone de Witte diminue l'action sécrétoire de HCl sur la sécrétion pancréatique, tandis que les sucres lactose et saccharose augmentent cette action sécrétoire. — M. **P. Wintrebert** a constaté que la méthode de Powers pour déterminer la métamorphose des Axolotls, qui réussit en Amérique, n'a en France aucun succès.

M. **L. Maillard** est élu Membre titulaire de la Société.

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séance du 11 Novembre 1907.

MM. **J. Parisot** et **M. Lucien** ont observé que l'action hypertensive des extraits de glandes surrénales de tuberculeux est moindre que celle des extraits de glandes normales. — M. **G. Etienne** signale les bons effets de l'injection d'Ag colloïdal électrolytique dans le tissu cellulaire sous-cutané sur l'infection streptococcique expérimentale chez le lapin. — MM. **A. Harter** et **M. Lucien** communiquent une observation d'éosinophilie dans un cas de blastomycose humaine généralisée. — MM. **J. Parisot** et **A. Harter**, par ligature du cholédoque ou injection d'acide acétique dilué dans ce canal, ont obtenu, à côté de lésions cellulaires, des cirrhoses au début. — M. **M. Perrin** a reconnu que les cirrhoses du foie et les phénomènes d'hyper ou d'hypohépatie n'entraînent pas nécessairement de modifications quantitatives des leucocytes, celles qui se produisent étant sous la dépendance des complications. Quant aux modifications qualitatives, l'équilibre leucocytaire ne présente pas de grosses variations.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 Novembre 1907.

M. **G. Boizard** : *Sur la conductibilité électrique dans les mélanges d'acide ou de base et d'eau.* Dans les mélanges de bons électrolytes et d'eau fonctionnant comme solvants, l'addition d'un électrolyte, même fort, à l'état pur donne toujours une solution moins conductrice que le solvant correspondant, à partir d'une certaine concentration de ce dernier. Lorsque, par exemple, on dissout du bisulfate de potassium solide dans des mélanges d'acide sulfurique et d'eau, il se forme des solutions plus conductrices que le solvant correspondant, tant que celui-ci renferme moins de 20 % d'acide (20 grammes d'acide sulfurique pur pour 80 grammes d'eau) ou plus de 96 %. Entre ces deux limites, l'addition de bisulfate abaisse la conductibilité du solvant. Ce phénomène, découvert par M. Bouty en 1889, mais non publié, a déjà été décrit à la Société de Physique par M. Hollard (mai 1906) dans le cas des sulfates dissous dans les mélanges contenant de 10 grammes à 250 grammes d'acide sulfurique par litre. M. Boizard l'a étudié dans les mélanges d'acide sulfurique et d'eau de toutes concentrations, depuis l'eau pure jusqu'à l'acide pur, et généralisé dans le cas des mélanges avec l'eau des acides chlorhydrique, azotique, phosphorique, ou des bases po-

tasse et soude, ou même de sels tels que l'azotate d'ammonium. Il a de même montré que la diminution de conductibilité s'observait par addition, outre les sulfates ou bisulfates, d'un bon électrolyte : acide minéral ou organique, ou sels divers : chlorures, azotates, acétates, phosphates, etc. Les variations de conductibilité, dans chaque solvant, en fonction de la quantité m de substance dissoute, peuvent être ramenées à cinq types principaux ; les deux plus fréquents sont caractérisés par une variation proportionnelle à m ou une variation moins rapide que m. De plus, il n'y a isoconductibilité (c'est-à-dire variation nulle de la conductibilité du solvant par addition d'un électrolyte) que dans le cas où la dissolution n'est accompagnée d'aucune réaction chimique, et cette isoconductibilité n'a lieu que pour deux pourcentages du solvant : l'un faible, l'autre élevé. Pour SO^4KH dans les mélanges d'acide sulfurique et d'eau, ces pourcentages sont 20 °/₀ et 96 °/₀. Ces phénomènes s'expliquent simplement en ne faisant intervenir que les équilibres entre les ions ou les équilibres chimiques ; ils permettent de se rendre compte des réactions qui peuvent se passer en solution. C'est ainsi que, dans l'action de l'acide sulfurique sur le sulfate ou le bisulfate de potassium, il paraît se former un mélange de sulfate neutre et de bisulfate tant que l'acide employé a une concentration inférieure à 20 °/₀ ; de 20 °/₀ à 96 °/₀, exclusivement du bisulfate ; de 96 °/₀ à 100 °/₀, un mélange de bisulfate et de pyrosulfate acide ; à 100 °/₀, du pyrosulfate acide. La méthode employée peut être certainement généralisée pour l'étude des sels doubles par exemple. L'étude de SO^4H^2 pur a permis, en passant, de constater que cet acide suit la loi des conductibilités moléculaires et donne des solutions meilleures conductrices que les solutions aqueuses correspondantes. — MM. **A. Cotton** et **H. Mouton** : *Biréfringence magnétique de liquides organiques non colloïdaux*. Dans leurs communications antérieures, MM. Cotton et Mouton avaient montré que la biréfringence magnétique (Majorana), ainsi que d'autres phénomènes magnéto-optiques observés dans certaines liqueurs colloïdales, pouvaient être expliqués, avec les caractères singuliers qu'ils présentent, par la présence dans ces liquides de particules ultramicroscopiques en suspension. Jusqu'ici les nombreuses recherches faites pour retrouver le même phénomène dans des liquides purs étaient restées infructueuses. MM. Cotton et Mouton, employant un champ plus intense et la méthode optique qui leur avait servi pour l'étude des colloïdes, ont obtenu des résultats positifs. Le nitrobenzène possède nettement une biréfringence magnétique dont le signe est positif Dans un champ uniforme de 18.500 gauss, à la sortie d'une cuve de $4^{cm},2$ d'épaisseur, une vibration rectiligne incidente, à 45° des lignes de force, est transformée en une vibration elliptique, et l'angle β dont la tangente mesure le rapport des axes est égal à 36′ à la température de 24° (lumière jaune de l'arc au mercure). Cette biréfringence varie proportionnellement au carré du champ magnétique, même quand le champ dépasse 31.000 unités (mesures faites avec le gros électro-aimant du Polytechnikum de Zurich). Il n'y a donc pas d'indication d'une *saturation*, comme on l'avait observé pour l'hydroxyde de fer colloïdal. Le phénomène ne peut être attribué à la présence de particules accidentelles en suspension. MM. Cotton et Mouton ont retrouvé la même propriété, plus ou moins marquée, *dans tous les composés liquides de la série aromatique qu'ils ont étudiés*. La benzine elle-même est active. Au contraire, *les liquides de la série grasse étudiés* (au nombre d'une vingtaine : carbures, alcools, éthers, etc., etc.) *se sont montrés inactifs*. Le cyclohexane et la cyclohexanone, composés cycliques sans doubles liaisons, se sont montrés inactifs, de même que l'essence de térébenthine. Les composés aromatiques et analogues se distinguent donc très nettement au point de vue de cette propriété nouvelle. Elle ne leur appartient cependant pas exclusivement : le sulfure de carbone présente, en effet, une biréfringence magnétique, même quand on le filtre sur bougie ou qu'on le distille avant l'expérience ; cette biréfringence est *négative*, son rapport à celle du nitrobenzène est — 0,19. Elle varie, elle aussi, proportionnellement au carré du champ. Elle ne peut être attribuée à une impureté accidentelle. — M. **L. Bloch** : *Ionisation par barbotage*. Lord Kelvin a fait voir en 1894 que l'air atmosphérique, après avoir barboté dans l'eau, possède une charge électrique, négative lorsque l'air a barboté à travers l'eau pure ou presque pure, nulle ou positive quand l'eau est mélangée d'impuretés acides ou salines. Ce phénomène a été étudié depuis par d'autres expérimentateurs, qui l'ont tous rapproché d'un phénomène analogue découvert par Lenard, l'électrisation de l'air au voisinage des chutes d'eau. Lorsqu'un jet d'eau se brise contre un obstacle, l'air avoisinant est électrisé. Sa charge est négative si l'eau est pure ; elle s'inverse et devient positive lorsqu'on prend de l'eau salée. M. Bloch a repris l'étude systématique des phénomènes de barbotage, en s'attachant surtout au barbotage de l'air dans l'eau distillée. L'air employé est filtré sur un tampon de coton pour perdre toute trace de conductibilité antérieure pouvant provenir de la détente à l'orifice de la canalisation. Il est de la sorte privé de poussières, qui pourraient modifier la dimension des centres électrisés dus au barbotage. Contrairement à ce qu'on pouvait attendre, d'après l'analogie généralement admise, le barbotage de l'air dans l'eau donne un résultat tout différent du phénomène des chutes d'eau, ou barbotage de l'eau dans l'air. D'après Köhler et Aselmann, le phénomène est strictement unipolaire. L'eau distillée ne produit dans l'air que des ions d'un seul signe, des ions négatifs. Au lieu de cela, on trouve dans l'air, après barbotage, des ions des deux signes, en quantité comparable. La charge négative transportée par l'air n'est qu'un excès de charge négative sur une charge positive également présente dans le gaz. Une autre différence très importante résulte des mesures de mobilité : on trouve, dans le cas du barbotage, des mobilités moyennes assez grandes, de l'ordre du millimètre, c'est-à-dire 10 fois moins grandes à peine que celles des ions du radium ou des rayons Röntgen. Au contraire, dans le cas des chutes d'eau, on a observé des mobilités moyennes beaucoup plus faibles, qui rapprochent les ions produits dans ces conditions des *gros ions* trouvés dans les gaz de la flamme par Langevin et Bloch. Il semble résulter de là qu'il ne faut pas considérer comme tout à fait comparables l'ionisation par barbotage et l'ionisation par chutes d'eau. Dans le cas de l'eau distillée, il est possible de discerner une légère dissymétrie entre les ions des deux signes. Les mobilités moyennes ne sont pas tout à fait les mêmes, et, comme dans le cas des petits ions, ce sont les ions négatifs qui sont les plus mobiles. Si l'on remplace l'eau distillée par une solution d'acide sulfurique, une solution normale par exemple, les phénomènes observés sont tout différents : 1° la charge totale emportée par le gaz est *positive* ; elle est, d'ailleurs, encore la différence entre deux charges de signe contraire, beaucoup plus grandes que leur différence ; 2° les mobilités des ions des deux signes ont diminué dans des proportions énormes ; elles sont de l'ordre des mobilités des gros ions (1/300 de millimètre) ; 3° il n'est plus possible de trouver une dissymétrie de mobilité entre les ions des deux signes. Les solutions plus concentrées se comportent comme la solution normale. Les solutions moins concentrées se rapprochent peu à peu du type de l'eau pure. Elles donnent lieu à un accroissement continu des mobilités, en même temps que la charge totale s'annule pour une solution 1/64 normale et redevient négative pour les solutions extrêmement diluées. L'acide chlorhydrique présente des phénomènes analogues. Certains liquides organiques, comme l'alcool, présentent le phénomène d'ionisation par barbotage d'une manière intense. Par contre, l'huile

de vaseline, le mercure ne donnent rien. Il ne semble pas que l'effet soit lié à la simple déformation des surfaces liquides. Pour avoir des effets constants, il est indispensable d'opérer à température constante. — **M. M. de Broglie** montre que la présence de centres neutres dans l'air qui barbote dans des solutions diluées a pour effet de faire varier l'effet d'ionisation et notamment de l'augmenter très fortement dans le cas des solutions très étendues.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 8 Novembre 1907.

MM. P. Breteau et **H. Leroux** exposent une méthode relative au dosage rapide du carbone et de l'hydrogène dans les substances organiques. Après avoir indiqué comment les dispositifs de Dennstedt, Morse et Taylor, Carrasco et Plancher paraissent pourvoir à des exigences particulières de la combustion des matières, ils décrivent le dispositif utilisé, dans lequel interviennent simultanément les organes auxquels les procédés précités doivent séparément leur supériorité spéciale. Les résultats obtenus sont des plus satisfaisants. — **M. Breteau**, à propos de la note de M. Berg sur l'analyse d'alliages plomb-étain, etc., indique les très bons résultats de la méthode de fusion soufre et carbonate alcalin, qu'il emploie depuis longtemps et qu'on trouve dans le *Traité* de Frésénius. Il signale qu'il l'a décrite dans son ouvrage sur les falsifications alimentaires. — **M. A. Valeur** et **Ch. Moureu** exposent leurs recherches sur la spartéine. — **M. H. Copaux** décrit un silico-molybdate argento-potassique de couleur rouge. — **MM. G. Griner** et **G. Urbain** ont fait l'analyse chimique et spectrographique de la substance appelée *bauxium* par M. Bayer et considérée par ce chimiste comme un nouvel élément. Il résulte de cette analyse que le bauxium est un mélange de vanadium et de tungstène. — **M. G. Urbain**, en poursuivant ses recherches sur les phosphorescences cathodiques des composés des terres rares, a constaté que le sulfate de gadolinium terbifère présente les bandes de phosphorescence que sir W. Crookes a attribuées les unes aux méta-éléments G-β et G-δ, les autres à des éléments nouveaux, ionium et incognitum. L'on ne saurait donc douter que ces éléments de sir W. Crookes s'identifient avec le terbium. Les faits observés n'établissent aucunement la complexité du terbium tel que M. G. Urbain l'a défini récemment. Ils s'interprètent suffisamment en admettant que le système phosphorescent, sulfate de gadolinium-terbium, change de phosphorescence lorsque l'on fait varier les proportions relatives du godolinium et du terbium. Les faits observés jusqu'ici proviennent de l'observation de termes consécutifs de fractionnements. Pour résoudre complètement ce problème, l'auteur a entrepris une série d'expériences directes à partir du gadolinium pur et du terbium pur. Il publiera prochainement les résultats de ces expériences synthétiques. M. G. Urbain expose la longue série d'expériences et de mesures qui lui ont permis d'établir que l'ytterbium de Marignac est un mélange de deux éléments : le néo-ytterbium et le lutécium, qui diffèrent l'un de l'autre et par le poids atomique et par leurs spectres de lignes et de bandes.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 24 Octobre 1907.

MM. A. G. Green et **P. E. King** ont réussi à préparer les éthers carboxyliques colorés des phtaléines et de leurs éthers mono et di-méthyliques. Ils sont très instables, étant saponifiés rapidement, non seulement par les alcalis ou acides faibles, mais même par l'eau. Ils forment avec les acides des sels d'oxonium de couleur plus foncée. Tandis que les éthers de la phénolphtaléine et de la monométhylphénolphtaléine s'obtiennent à l'état libre, les éthers de la quinolphtaléine et de la monométhylquinolphtaléine ne peuvent être isolés que sous forme de sels d'oxonium. Ces faits mettent hors de doute la structure quinonoïde de ces substances. — **M. N. T. M. Wilsmore** a étudié le gaz qui se forme par l'action d'un fil de platine chaud sur l'anhydride acétique; l'analyse et la densité lui assignent la formule C^2H^2O. Il se combine avec l'aniline pour former l'acétanilide, avec AzH^3 liquide pour donner l'acétamide et avec l'alcool pour fournir l'éther acétique. C'est un nouvel anhydride, de formule $CH^2 : CO$ ou $CH \vdots C.OH$, premier membre de la série des cétènes. — **M. J. N. Collie** montre que le groupe $CH^2.CO$ (*cétide*) peut donner, au moyen de réactions simples, un grand nombre de composés intéressants; ainsi, par union de plusieurs de ces groupes, comme dans l'acétoacétate d'éthyle $H(CH^2.CO)^2OH$ ou l'acide déhydracétique $H(CH^2.CO)^4OH$, on obtient des *polycétides*, qui, par hydratation, réduction, oxydation, perte de CO, etc., reproduisent beaucoup de composés trouvés dans les plantes. — **MM. J. N. Collie** et **E. R. Chrystall**, en chauffant un mélange d'acétoacétate d'éthyle avec C^2H^5ONa et en traitant le résidu visqueux avec HCl, ont obtenu un composé cristallin $C^{16}H^{16}O^6$, F. 169°, donnant la réaction de l'orcinol; chauffé à 140° avec H^2SO^4 concentré, il se décompose en CO^2, alcool, acide acétique et un composé $C^{11}H^{10}O^3$, F. 250°, identique avec le produit de condensation de l'orcinol et de l'acétoacétate d'éthyle. — **M. J. Mc C. Sanders** présente un générateur à gaz simple pour les opérations analytiques. — **M. J. C. Brown** a préparé quelques ferrocyanures doubles de calcium avec le potassium et l'ammonium. — **M. J. Moir** modifie sa méthode de détermination des halogènes dans les substances organiques en adoptant le procédé de Volhard de titration en retour par le thiocyanate normal. — **MM. Al. Mc Kenzie** et **H. A. Muller** ont constaté que, dans la saponification fractionnée du *r*-mandélate de *l*-menthyle, on peut obtenir un mélange d'acides mandéliques soit dextrogyre, soit lévogyre; le premier est normal, le second anormal. — **MM. F. Buckney** et **H. O. Jones** ont examiné de nombreux dérivés de pyridinium et de quinolinium ayant un atome d'Az asymétrique et les ont trouvés dépourvus d'activité optique. Seul le *d*-bromocamphosulfonate d'allylkairolinium paraît dédoublable en deux sels de bases actives. — **M. H. Henstock** et **Mlle B. E. Woolley**, en éliminant HCl de l'éther chlorotriméthylsuccinique, ont obtenu l'acide 1 : 2-diméthylcyclopropane-1 : 2-dicarboxylique. — **M. H. S. Raper** a recherché si l'acétaldéhyde, par condensation, peut donner des composés à chaîne droite conduisant aux acides gras supérieurs. L'aldéhyde β-hydroxybutyrique, premier produit de condensation de l'acétaldéhyde, donne lui-même, en se condensant, un aldéhyde à 8 atomes de carbone en ligne droite. — **MM. T. S. Patterson, A. Henderson** et **F. W. Fairlie** ont étudié l'influence du fumarate, du maléate et du succinate d'éthyle comme solvants sur la rotation du tartrate d'éthyle. — **MM. J. Walker** et **H. H. Beveridge** ont observé que la *p*-toluidine cristallise de l'eau et de l'alcool aqueux à l'état de monohydrate, F. 41°,5, tandis que la base anhydre fond à 43°,5. Le monohydrate s'efflorise dans l'air; la base anhydre absorbe de l'eau et se transforme en monohydrate. — **M. D. C. Crichton** a préparé des solutions d'hydrate de tétréthylammonium, tétrapropylammonium et triméthylsulfine par l'action de KOH sur les chlorures correspondants. Il a obtenu un tétra et un hexahydrate d'hydrate de tétrapropylammonium, cristallisant à basse température. — **MM. A.-W. Gregory** et **J. Mc Callum** ont modifié la méthode au persulfate pour la détermination du chrome dans le fer et l'acier.

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

18e ANNÉE N° 24 30 DÉCEMBRE 1907

Revue générale des Sciences pures et appliquées

DIRECTEUR : **LOUIS OLIVIER**, Docteur ès sciences.

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. L. OLIVIER, 22, rue du Général-Foy, Paris. — La reproduction et la traduction des œuvres et des travaux publiés dans la *Revue* sont complètement interdites en France et dans tous les pays étrangers, y compris la Suède, la Norvège et la Hollande

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie

Le Professeur Angelo Heilprin. — Le savant professeur américain Angelo Heilprin, qui est mort le 17 juillet 1907, s'était fait connaître comme naturaliste, géographe et explorateur. Originaire de Hongrie, où il était né le 31 mars 1853 dans la petite ville de Satoralja-Ujhely, Angelo Heilprin était fils d'un intime ami de Kossuth, Michel Heilprin, qui fut l'un des chefs des Polonais dans leur lutte pour l'indépendance. Il n'avait que trois ans quand sa famille, exilée de Pologne, se réfugia en Angleterre et de là en Amérique. S'étant tourné vers les sciences naturelles, et particulièrement vers la Géologie, il retourna en Europe pour y compléter son instruction, à Londres, à Genève et à Vienne.

Angelo Heilprin revint alors en Amérique et il y poursuivit une brillante carrière scientifique. Il fut nommé, en 1880, professeur de Paléontologie (Invertébrés) et de Zoologie à l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie ; puis, en 1900, il accepta une chaire de Géographie physique à l'Université de Yale, à Newhaven. Fondateur et premier président de la Société de Géographie de Philadelphie, il a écrit de nombreux Mémoires dans son *Bulletin*.

Il a pu faire, au cours de divers voyages, d'importantes investigations dans le domaine de la Géographie et de la Géologie. En 1886, il fit une étude approfondie de la péninsule de la Floride. Deux ans plus tard, il explora le plateau central de Mexico ; en 1890, il fit un voyage aux Iles Bermudes ; en 1892, il conduisit une expédition de secours envoyée à Peary.

Le Professeur Heilprin a consigné les résultats de ses travaux et de ses voyages dans toute une série d'ouvrages : *Contributions to the tertiary geology of the United States*; *Geographical and geological distribution of animals* (1887); *Explorations on the West coast of Florida and in the Okeechobee wilderness* (1887) ; *Animal life of our seashore* ; *Geological evidences of evolution* ; *Alaska and the Klondike* (1899) ; *The Bermuda Islands* (1899) ; *Principles of Geology*; *The Arctic Problem*; *Mont Pelée and the tragedy of Martinique* (1903). Au sujet du projet de construction du canal de Nicaragua, Angelo Heilprin avait attiré l'attention sur les dangers d'une pareille entreprise dans une région aussi volcanique.

Gustave Regelsperger.

§ 2. — Astronomie

Les détails de la surface de Jupiter. — Les dessins relatifs aux détails des surfaces planétaires sont extrêmement nombreux : ceux que l'on publie communément sont les plus précis ; mais, toute question de bonne foi mise à part, on sait aujourd'hui combien l'observateur doit se défier des apparences et de son désir fort légitime de percevoir des détails aussi fins et nombreux que possible. Mars fut une source inépuisable de controverses : les uns y notaient les plus délicates apparences, fantasmagories peut-être, alors que l'expérience prouvait, sur des enfants naïfs, la complexité du problème et l'intervention inévitable d'une influence d'auto-suggestion.

Adressons-nous maintenant à Jupiter, le monstre du système, sinon le plus près de nous. Pour se rendre un compte exact, sinon de ce que l'on doit, du moins de ce que l'on peut observer sur Jupiter à l'aide de divers instruments, il suffirait, semble-t-il au premier abord, que les observateurs se contrôlassent entre eux en comparant un certain nombre de dessins pris, au même instant, avec les différents instruments : cette idée de collaboration simultanée fut mise en avant par M. Nicolas Poutiata, et communiquée à M. Flammarion, qui la transmit à la Société Astronomique de France en l'appuyant de son autorité.

Un programme fut donc arrêté ; trente-six observateurs prirent part à ces travaux, et l'un d'eux, M. Jean Mascart, astronome à Paris, fut chargé de centraliser les dessins pour en tirer les enseignements utiles qu'ils pouvaient comporter. Le *Bulletin de la Société Astronomique* a publié, au fur et à mesure de ses numéros, les résultats de l'enquête et les conclusions, — le tout réuni en une intéressante brochure, — conclusions qu'il nous fallut attendre pour juger l'utilité d'une telle entreprise.

La première chose qui frappe, c'est la dissemblance profonde de dessins qui devraient être très voisins — difficulté initiale qui n'échappa point à M. J. Mascart :

il s'efforce de montrer, dans un cas particulier, comment on pourrait utilement tirer parti de ces dessins, en formant un dessin composé. Mais, ici, surgissent de multiples difficultés : faut-il photographier tous ces dessins, après repérage, sur une même plaque? ou sur des plaques différentes, mais sur le même papier? Les durées de pose et d'insolation seront-elles constantes? ou proportionnelles au diamètre, à la surface de l'instrument correspondant à chaque dessin? Question de poids. Et, quel que soit l'attrait de ce chapitre spécial et les manipulations délicates qu'il entraîna, nous n'irons même pas aussi loin dans la connaissance de la surface.

Or, parmi les figures des diverses publications astronomiques, demandons-nous, tout d'abord, comment on choisit celles qu'il est bon de publier. La réponse n'est pas douteuse : devant la multiplicité des observateurs et des reproductions, l'attention se porte nécessairement, de préférence, sur les dessins les plus parfaits, les plus riches en détails singuliers, les plus complets, pourquoi ne pas le dire, *les plus habiles* aussi. Dans la coopération qui nous occupe, rien de cet inconvénient : néophytes et professionnels, petits et grands instruments, tout est réuni — et, avant tout, il fallait se garder de faire un choix, de mettre en doute la sincérité des observateurs.

Immédiatement l'examen de ces séries prouve qu'un dessin isolé ne saurait présenter aucun caractère de certitude scientifique ; la lecture des travaux effectués sur les diverses planètes tendait déjà à confirmer la défiance que nous devons avoir en nos propres observations, et montre qu'un contrôle sévère devient aujourd'hui utile, même indispensable. Si, au fur et à mesure que l'instrument est plus parfait, les dessins faits à la même heure se perfectionnaient en gardant le même cadre général, les mêmes grandes lignes; si les mêmes masses d'ombre et de lumière se détaillaient, se résolvaient de plus en plus en fines apparences, la mise en place n'en serait point influencée, le caractère général de la surface serait connu — et le problème serait près d'être résolu. Mais il est éclatant, en cette tentative, qu'une telle analyse progressive est très loin d'être réalisée : donc, dorénavant, la question doit être reprise de plus haut et, sans chercher encore à interpréter les détails, il faut s'efforcer avant tout d'établir nettement *les très grandes lignes* des aspects planétaires.

On peut aller plus loin : nous ne saurons rien, ou bien peu de chose, sur la surface des astres, tant que nous ignorerons comment l'œil fait l'intégration de détails situés au delà de la limite de visibilité pour ne percevoir qu'une seule tache plus ou moins diffuse, ou pour ne rien ressentir, tant que nous ne pourrons établir, précisément, les lois de passage entre deux observateurs, les règles de dégradation progressive d'un objectif puissant à un plus faible. Ce point est assez mystérieux à l'heure actuelle, et ne peut être éclairci que par des observations simultanées et nombreuses : ainsi, le rôle de chacun existe, et présente son utilité, puisque tout observateur peut concourir à établir nettement un des échelons, celui auquel correspondent ses moyens, et que la connaissance précise de tous les échelons pourra seule donner confiance dans les détails délicats mentionnés par de gros instruments.

Ce genre de difficultés est très analogue à celui que l'on rencontre dans l'estimation des contacts, soit pour Vénus, soit pour Mercure, lors des passages sur le Soleil : apparence du pont, ligament ou goutte noire, apparence due à la diffraction de l'objectif, à la couleur du verre oculaire. Des travaux aussi importants, à cet égard, que ceux de savants tels que C. Wolf, C. André et A. Angot montrent encore la prudence avec laquelle il faut avancer en une matière aussi délicate, puisque certaines causes d'erreur sont absolues, inévitables et systématiques, inhérentes à la structure même des organismes mis en cause dans les observations.

Nous ne suivrons point M. J. Mascart dans les discussions de détails et dans les conseils qu'il donne aux observateurs : ceux-ci, la chose était à prévoir, n'ont voulu en faire qu'à leur tête et, faute de discipline, ont partiellement compromis les résultats, tout en compliquant beaucoup la besogne d'examen. Mais nous mentionnerons particulièrement un chapitre où, dans une très large leçon de physique, sont exposés, et ce qu'est un instrument, et comment il faut s'en servir : ces conseils étaient loin d'être inutiles, car, par exemple, c'est une illusion très répandue de croire que le grossissement des images en améliore les qualités optiques, illusion qui fut une cause de trouble dans les observations.

Cette première tentative de coopération, au premier abord, paraît infructueuse. Mais faut-il oublier qu'elle est tentée ici pour la première fois? Et, même sans conduire à des connaissances formelles, les résultats négatifs qu'elle apporte n'ont-ils pas leur importance expérimentale? En fait, à nos yeux, il n'y a pas de doute : cette tentative a bien prouvé que le problème posé est *beaucoup plus difficile* qu'on ne pouvait l'imaginer *a priori*; que l'influence de notre atmosphère et de son état local est considérable et que cette première cause de perturbation doit être écartée dès l'origine par des comparaisons appropriées. La critique générale qui en est résultée montre que, dans une tentative ultérieure, il faudra diminuer, autant que possible, les causes de divergences, en acceptant une *discipline absolue dans tous les modes de notation et dans la façon d'utiliser des instruments très variés.*

Un autre point encore nous paraît bien établi. La synthèse des détails de la surface planétaire, par un instrument de plus en plus faible, nous permettra, seule, de suivre en ordre inverse l'analyse progressive des instruments puissants. La connaissance certaine des configurations planétaires est à ce prix : la valeur scientifique du résultat, sa haute portée philosophique, légitiment largement les collaborations futures et les bien modiques ressources qui seraient indispensables pour les discuter intégralement.

Nous ne savons donc rien : soit. La tâche de M. J. Mascart fut ingrate : il nous enseigne comment nous pourrions, peut-être, nous instruire sur ce point — et c'est déjà quelque chose.

§ 3. — Art de l'Ingénieur

La régénération de l'air dans les sous-marins. — Un sous-marin en plongée est complètement séparé de l'atmosphère, et son équipage respire un air confiné qui se vicie peu à peu. Le temps pendant lequel le sous-marin pourra rester sous l'eau est limité par cette viciation de l'air; comme, au point de vue militaire, il y a le plus grand intérêt à pouvoir rester immergé le plus longtemps possible, on s'est naturellement inquiété des moyens de renouveler ou de régénérer l'air enfermé dans la coque.

Il ne faut, du reste, pas s'exagérer la rapidité avec laquelle cet air devient irrespirable. Quelques chiffres montreront que, si la plongée n'est pas par trop longue, on n'a besoin de s'inquiéter de rien sous ce rapport : dans un sous-marin de taille moyenne (125 tonneaux de déplacement environ), le cubage d'air est de 60 mètres cubes, dont 12.600 litres d'oxygène (21 %, proportion habituelle de l'air atmosphérique). Chaque homme absorbe par heure 22 litres d'oxygène; si l'équipage se compose de 12 hommes (chiffre normal pour un bateau de cette taille), la quantité d'oxygène absorbée par heure sera de 264 litres; or, pour que la respiration devienne difficile, il faut que la teneur en oxygène tombe au-dessous de 19 %, c'est-à-dire que la quantité d'oxygène disparue soit de 1.200 litres : à 264 litres par heure, ce n'est donc qu'au bout de près de 5 heures que les hommes ressentiront une certaine gêne, manifestée par une augmentation de l'amplitude et de la fréquence des mouvements respiratoires.

A ce moment, 1.200 litres d'oxygène ont été rem-

placés par un volume à peu près égal d'acide carbonique produit par la respiration. La composition du mélange gazeux qu'est l'atmosphère intérieure est donc modifiée d'une façon profonde. Pour lui rendre sa composition primitive, on peut s'y prendre de diverses manières.

On peut d'abord lâcher à l'intérieur du bateau de l'air qu'on a préalablement comprimé dans des récipients *ad hoc*; c'est évidemment la solution la plus simple, et celle qui vient la première à l'esprit : Fulton y avait songé dès le siècle dernier, l'amiral Bourgeois l'avait appliquée sur son *Plongeur* en 1863, et les sous-marins Holland, construits pour les marines anglaise et américaine, l'emploient encore à l'heure actuelle. Afin de ne pas augmenter la pression dans l'intérieur du sous-marin, on aspire avec une petite pompe, de préférence dans le fond du bateau pour se débarrasser de l'acide carbonique; mais, bien que ce gaz, plus lourd, doive théoriquement s'accumuler à la partie inférieure, il reste, en réalité, mélangé en forte proportion, et la quantité qu'en renferme l'atmosphère de sous-marin va en croissant assez rapidement.

Pour l'absorber, on peut se servir de chaux vive : un kilogramme de chaux vive se combine à un kilogramme d'acide carbonique, c'est-à-dire à la quantité que les 12 hommes d'équipage produisent en deux heures et demie; mais l'absorption est lente, et il est presque nécessaire de la hâter au moyen d'appareils agitateurs qui mettent l'air en mouvement et le font porter sur la chaux vive. La soude, ou la chaux sodée, peuvent jouer le même rôle.

Quant au renouvellement de l'oxygène, il peut encore être obtenu par l'emploi de ballons renfermant ce gaz sous pression (mais c'est là un procédé un peu encombrant); on songe aussi à se servir de l'oxygène liquide, et c'est peut-être là la meilleure méthode pour l'avenir, surtout lorsque, comme le font prévoir les découvertes récentes de Claude, on pourra fabriquer ce gaz liquéfié en grandes quantités et à peu de frais.

Mais, pour le moment, il est encore préférable de demander la production de l'oxygène nécessaire à des corps qui le produisent facilement, par simple contact avec l'eau : nous voulons parler des oxylithes (peroxydes de sodium et de potassium) et du bioxyde de sodium, qui sont employés en France et en Allemagne, concurremment avec la chaux sodée, pour l'absorption de l'acide carbonique.

Un kilogramme de bioxyde de sodium produit environ 140 litres d'oxygène : il en faut donc un peu moins de 2 kilogrammes pour rendre exactement à l'atmosphère du sous-marin que nous considérions plus haut l'oxygène absorbé en une heure par ses 12 hommes d'équipage. C'est là un procédé pratique, à cause du peu d'encombrement qu'il représente; il a, en outre, ce grand avantage que les oxylithes, non seulement produisent l'oxygène nécessaire, mais régénèrent complètement l'air vicié en absorbant par oxydation les vapeurs d'hydrocarbures, l'hydrogène sulfuré et autres impuretés dont l'accumulation deviendrait certainement gênante au bout de quelques heures. Un homme est spécialement chargé de jeter dans un seau d'eau, à intervalles réguliers, les morceaux d'oxyde (qu'il ne faut pas faire trop gros à cause de l'intensité du bouillonnement, et de l'échauffement produit). Si l'on ne veut pas occuper constamment un homme à cette besogne, on peut combiner un appareil automatique auquel on confie le soin, non seulement de produire l'oxygène, mais de faire barboter l'air dans la chaux ou la soude pour absorber l'acide carbonique; mais un tel appareil, facile à imaginer, a l'inconvénient de prendre beaucoup de place et de n'être pas d'un fonctionnement tout à fait certain.

§ 4. — Physique

Le fonctionnement des générateurs d'ondes électromagnétiques, système Poulsen. — Dans un Mémoire communiqué au récent Congrès de l'Association des Electriciens italiens, M. P. Barreca[1] décrit le dispositif dont il se sert pour la génération des ondes électro-magnétiques, suivant le principe indiqué par M. Poulsen.

Ce dispositif comporte les pôles d'un électro-aimant, une électrode métallique refroidie artificiellement, une électrode de carbone tournante et un bain de benzine où plongent les électrodes. Les pôles magnétiques sont taillés en forme de cônes d'une ouverture de 120°; cet angle donne, en effet, le champ le plus intense lorsqu'on emploie un électro-aimant saturé.

L'auteur a obtenu les meilleurs résultats en employant l'électrode métallique refroidie comme cathode, à l'inverse de la plupart des expérimentateurs antérieurs. Après avoir établi, suivant la fréquence n désirée, une valeur donnée du produit NC (self-induction du circuit oscillatoire multipliée par la capacité), il convient de choisir une capacité élevée (et une self-induction faible); la même règle s'applique, du reste, aux arcs Duddell ordinaires.

Une fois que l'arc de Poulsen a été allumé, il brûle tranquillement sans engendrer d'oscillations, à moins que les conditions de résonance ne se trouvent réalisées par hasard. Afin de produire l'oscillation de l'arc, il faut déplacer, l'une par rapport à l'autre dans le diagramme vectoriel, la caractéristique $v = f(i)$ — liant la tension v aux électrodes avec l'intensité de courant i dans l'arc parfaitement stationnaire — et la droite inclinée qui représente la résistance ohmique du circuit principal, jusqu'à tangence approximative des deux courbes.

Ce résultat établit une relation entre les propriétés de l'arc oscillatoire et la caractéristique de l'arc à régime stationnaire, relation qui ne contredit en rien les expériences de Simon, suivant lesquelles les caractéristiques, dans ces deux cas, seraient entièrement différentes.

Pour réaliser la tangence des deux courbes, on peut, soit déplacer la droite parallèlement à elle-même, — c'est-à-dire diminuer graduellement la force électromotrice de la source, — soit l'incliner vers le bas, — c'est-à-dire augmenter la résistance ohmique du circuit, — soit enfin soulever les hyperboles Ayrton (c'est-à-dire éloigner les carbones) jusqu'à ce que l'une de celles-ci soit tangente à la droite en question.

§ 5. — Électricité industrielle

La corrosion électrolytique dans les canalisations souterraines. — Le Professeur Ganz a fait récemment à l'*American Gas Light Association* un Rapport des plus intéressants sur la corrosion électrolytique et sur ses effets dans les canalisations souterraines.

L'eau pure offre une résistance tellement élevée qu'on peut la considérer pratiquement comme non conductrice de l'électricité; mais l'addition de sels ou d'acides, même en faibles proportions, la rend conductrice. Les sols des rues, qui contiennent toujours une certaine dose d'humidité avec une proportion plus ou moins grande de sels ou d'impuretés dissous, constituent donc des conducteurs électrolytiques.

De là, des conséquences que développe longuement le Professeur Ganz :

Considérons les voies à trolley simple, où les rails servent de conducteurs de retour, dont la continuité est assurée par l'assemblage des joints avec des fils de cuivre. Une partie du courant, appelé *courant vagabond*, dérive à travers le sol, en quantité proportionnelle au potentiel des rails, qui, lui-même, augmente avec la distance de la station et le nombre des véhicules. Dans presque toutes ces voies, le fil est relié au pôle positif de la dynamo et les rails au pôle négatif. Si le terrain traversé par ces courants vagabonds contient des métaux de haute conductibilité, tels que des con-

[1] *L'Industria*, 13 octobre 1907.

duites d'eau ou de gaz, ces courants se concentrent de préférence dans ces métaux. En général, dans les districts éloignés de la station productrice d'énergie, ils vont des rails aux conduites : de là le nom de *districts négatifs* donné à ces districts, et celui de *conduites négatives* donné aux conduites qui les traversent. Au contraire, dans les régions voisines de la station, les courants vont des tuyaux d'eau et de gaz aux rails : ces districts sont appelés *districts positifs* et les conduites correspondantes *conduites positives*. Dans les régions intermédiaires, appelées *districts neutres*, les courants vagabonds vont des rails aux conduites ou des conduites aux rails, suivant la disposition des véhicules. Tout circuit électrique devant être fermé, le courant qui s'échappe des rails dans le district négatif et qui va joindre les conduites, quitte ensuite celles-ci dans le district positif pour retourner au pôle négatif de la dynamo génératrice.

Dans le district négatif, les rails, qui constituent les anodes, sont corrodés, tandis que les conduites, qui constituent les cathodes, ne le sont pas : dans le district positif, c'est tout le contraire. Si l'on a relié les rails au pôle positif plutôt qu'au pôle négatif, c'est pour concentrer dans le voisinage de la station le district positif, et, par suite, les détériorations de conduites, de façon à pouvoir surveiller plus facilement ces avaries et y remédier; mais on n'a pas tardé à s'apercevoir que, même dans les autres districts, l'électrolyse produit ses corrosions sur les tuyauteries souterraines. On peut dire que, partout où des courants vagabonds traversent le sol humide, ils donnent lieu à des phénomènes électrolytiques.

Un fait à observer, c'est que, les conduites n'étant pas, en général, en contact uniforme avec le sol et étant souvent recouvertes de couches d'oxydes, mauvais conducteurs de l'électricicité, le courant se concentre sur les points où le contact est bien établi et où la conductibilité est la meilleure : cette concentration de l'action électrolytique sur certains points n'en est que plus nuisible et a pour conséquence la formation de trous le long des conduites.

Il a été établi qu'en une année un ampère corrode 20 livres de fer et 74 livres de plomb ; de plus, des actions chimiques secondaires peuvent se produire et augmenter beaucoup ces proportions de métaux désagrégés par l'électrolyse. Quant à la différence de potentiel nécessaire, il a été prouvé que, dans les conditions normales où se trouvent les conduites souterraines, il suffit qu'elle soit d'une fraction de volt pour entraîner des corrosions électrolytiques nuisibles.

La substitution des courants alternatifs aux courants continus sur les lignes de tramways électriques pourra-t-elle empêcher ces accidents ? Il n'est pas possible de se prononcer définitivement à ce sujet. L'emploi des courants alternatifs sur les lignes de tramways n'est pas de date assez ancienne pour qu'on puisse se baser sur des faits probants. On ne peut donc encore s'en référer qu'à des expériences de laboratoire, d'après lesquelles les courants alternatifs peuvent aussi produire l'électrolyse, avec cette particularité que les deux électrodes sont corrodées, mais donnent lieu à des phénomènes électrolytiques beaucoup plus faibles que ceux produits par des courants continus.

La corrosion par les courants vagabonds a causé sur de nombreuses lignes de tramways électriques, notamment en Amérique, de telles détériorations de conduites d'eau et de gaz, que cette question a la plus haute importance au point de vue industriel. La question est d'autant plus complexe, ainsi que le fait remarquer le Professeur Ganz, que des surveillances consistant en simples lectures de voltmètre sont insuffisantes pour déterminer l'existence et l'étendue d'une corrosion électrolytique. La direction et la force des courants dans les différentes régions des canalisations sont des éléments qui, plus que la différence de potentiel, ont leur influence en cette matière : alors que quelques volts ou fractions de volt peuvent produire de fortes corrosions, un courant à haute tension peut être inoffensif pour les conduites qu'il traverse. La seule chose indiscutable, c'est que, partout où des courants vagabonds sont amenés par l'humidité du sol dans des conduites métalliques, il se produit une corrosion électrolytique, dont l'importance dépend des causes et des circonstances les plus variées. Cela suffit pour attirer toute l'attention des compagnies de traction sur une question qui a de si graves conséquences au point de vue de l'exploitation des lignes de tramways électriques.

§ 6. — Géologie

Radium et Géologie. — Le Professeur Joly, de Trinity College (Dublin), a traité cette question avec sa haute compétence. Voici les principaux résultats de ses intéressantes recherches :

1° Des roches du tunnel du Simplon contiennent des quantités de radium considérablement supérieures à la moyenne des roches ignées. Les roches du Simplon sont des sédiments altérés, pour la plus grande partie, depuis les terrains de l'âge archéen jusqu'à l'époque du Lias jurassique. La présence du radium semble suffisante pour expliquer les hautes températures constatées pendant le percement du tunnel. On sait, en effet, que la chaleur excessive des chantiers rendait le travail particulièrement pénible. La température de la roche était de 55° centigrades, et atteignait même 56° dans la partie sèche du tunnel, vers la sortie nord.

M. Fischer a trouvé, d'après les données de M. J. Strutt, que le radium devait élever la température de ces roches dans la proportion de 1° centigrade pour $23^m,20$ environ.

Les observations faites antérieurement dans les tunnels du Mont-Cenis et du Saint-Gothard démontrent que des conditions spéciales agissent sur l'échelle des températures dans les chaînes de montagnes. Dans le premier, M. Everett a évalué la hausse du thermomètre à environ 1° centigrade pour $43^m,35$, avec correction pour la convexité de la surface. Des variations remarquables ont été observées dans le Saint-Gothard, et ces différences sont dues, très probablement, à l'influence du radium. Vers le centre du tunnel, la proportion a été trouvée de 1° pour $46^m,60$, et, à la sortie nord, de 1° pour $20^m,85$; ce qui, pour la totalité du tunnel, donne une moyenne de 1° centigrade pour $31^m,85$ approximativement. Le Dr Stapff, qui dirigeait les observations de température dans le Saint-Gothard, avait prédit une température maximum de 47° C. pour les roches du Simplon. On voit que les prévisions ont été dépassées.

Il y a lieu de penser que le radium, s'accumulant en de grandes épaisseurs sous les dépôts sédimentaires, peut jouer un rôle important dans le soulèvement des montagnes, en élevant la température à la base des masses accumulées. Il en résulterait, pour ces terrains, une résistance plus faible contre la pression intérieure. En résumé, il serait intéressant de déterminer, dans un examen ultérieur, jusqu'à quel point le radium (et aussi l'uranium) répandu dans les matériaux de la surface de la croûte terrestre, doit être considéré comme une source d'instabilité dans l'histoire géologique, son transport par dénudation étant non seulement un transport de matière, mais aussi une convection d'énergie;

2° Un échantillon d'argile rouge, provenant d'une profondeur d'environ 5.000 mètres dans l'Atlantique Nord, contenait seize fois plus de radium que la moyenne des couches ignées, et un spécimen de limon de globigérines, recueilli à une profondeur d'environ 3.640 mètres dans l'Atlantique Sud, surpassait à peu près six fois cette moyenne.

Ici se pose une question : Quelle est la provenance de tout ce radium? L'hypothèse de sir John Murray, indiquant la poussière cosmique comme origine, se présente tout de suite à l'esprit, et, prenant en consi-

dération tous les faits, le Professeur Joly regarde les résultats précédents comme une preuve de plus en faveur de l'origine extra-terrestre d'une partie du radium que nous trouvons sur la Terre.

§ 7. — Physiologie

Sur la sécrétion gastrique. — Les physiologistes admettent, depuis les travaux de Pawlow et de son école, que la sécrétion du suc gastrique est provoquée : 1° par l'action gustative exercée par les aliments au niveau de la bouche; 2° par l'action chimique exercée par certains principes contenus dans les aliments au niveau de l'estomac. Ils admettent que ce sont là (exception faite, toutefois, dans une certaine mesure et pour quelques sujets, des influences exercées par la vue ou par l'odeur des mets) les seules causes déterminantes de la sécrétion gastrique.

Les cliniciens ont appliqué ces données dans le traitement de l'ulcère de l'estomac; ils ont substitué, au moins temporairement, à l'alimentation par les voies normales l'alimentation rectale, afin de supprimer, pendant quelque temps tout au moins, la production du suc gastrique et son action sur les tissus de l'ulcère.

Or, on a prétendu que l'alimentation rectale provoque chez l'homme une sécrétion gastrique, peu abondante sans doute, mais incontestable. S'il en est réellement ainsi, la conception actuelle des physiologistes est inexacte, et il conviendrait, tout au moins, de la compléter.

Des expériences d'une grande précision viennent d'être entreprises, à cet effet, sur l'homme par le Dr Conrad Michael, de Berlin. Après s'être assuré, par le tubage et le lavage de l'estomac, que la cavité de celui-ci était rigoureusement vide, ou ne contenait qu'un peu de salive, il injectait dans le rectum des sujets en observation une masse alimentaire composée de lait, d'œufs, avec un peu de sel, de sucre, de tropon et de sanatogène. Il examinait ensuite le contenu gastrique obtenu par tubage et lavage, une demi-heure et une heure après l'injection intrarectale.

Les expériences ont été faites sur dix personnes, les unes en état de santé, les autres atteintes de lésions gastriques. Jamais le Dr C. Michael n'a observé la moindre sécrétion gastrique.

La conception actuelle des physiologistes est donc applicable à l'homme, comme elle est applicable aux animaux de laboratoire. Il n'y a d'autre sécrétion gastrique que la sécrétion psychique et la sécrétion chimique, définies l'une et l'autre par les physiologistes : la sécrétion psychique provoquée par la vue, l'odeur et surtout le goût des mets, la sécrétion chimique provoquée par l'action, sur les nerfs centripètes de la muqueuse gastrique, de certaines substances contenues dans les aliments.

§ 8. — Géographie et Colonisation

Le Télégraphe transsaharien. — Plusieurs Missions scientifiques et de nombreuses reconnaissances militaires ont sillonné le Sahara durant les trois dernières années[1]. Elles étaient absolument nécessaires pour arriver à connaître la valeur de cette immense région désertique, qui apparaît comme une entité géographique et ethnique, destinée à former tôt ou tard une entité administrative distincte. L'inventaire économique que l'on commence à établir n'a encore révélé aucune richesse capable de justifier l'établissement coûteux d'une voie ferrée. Selon M. E.-F. Gautier, les bords du Niger semblent le seul coin de ce grand domaine que l'on puisse se représenter prospère, ou plus justement capable de le devenir. Mais, en attendant, cette bande de terre, qui sépare deux de nos colonies les plus riches, pourrait être utilisée, maintenant surtout que la traversée en est relativement sûre, à tel point que M. E.-F. Gautier a pu l'entreprendre sans autre escorte qu'une garde fournie par les Touareg eux-mêmes.

Toutes les communications de la Métropole avec nos colonies de l'Afrique occidentale se font par l'unique câble Brest-Dakar, et l'on sait combien, en temps de guerre surtout, ce mode de communication est aléatoire. Il n'est donc pas étonnant que l'on ait songé depuis longtemps à l'idée d'un transsaharien télégraphique, et qu'une Mission d'étude en ce sens ait été confiée, en 1905, à M. Etiennot, directeur des Postes et Télégraphes du département d'Oran. Ce technicien vient d'établir un projet aussi simple que peu coûteux qui, espérons-le, ne tardera pas à être mis en œuvre.

La ligne sera aérienne, sur poteaux métalliques, distants de 100 mètres, le fil étant placé à une hauteur minima de 4m,50 au-dessus du sol, de façon à permettre le passage d'un chamelier monté.

D'Oran et d'Alger, deux fils s'enfoncent déjà au loin vers le Sud, et se terminent respectivement à Beni-Abbès et à Timmimoun. La première partie de la tâche sera de les prolonger tous deux jusqu'à Adrar, chef-lieu du territoire des Oasis, à 1.200 kilomètres de la côte. Adrar deviendra ainsi la tête du télégraphe transsaharien. Et grâce aux deux lignes distinctes, venant d'Oran et d'Alger, ce centre aura la quasi-certitude d'être toujours en communication avec la côte et avec la Métropole, par conséquent. Adrar est le dernier point que nous occupions; de là, jusqu'au Niger, à Bourrem, le télégraphe parcourra 1.400 kilomètres environ, divisés en deux sections : l'une, algérienne, d'un millier de kilomètres, se terminera à Timissao; la seconde, soudanaise, ira de Timissao à Bourrem, qui est, de nouveau, un point occupé par nos troupes.

Les 1.000 kilomètres du parcours algérien seront jalonnés par six fortins rudimentaires, à la fois dépôts de matériel de rechange et défense contre les attaques éventuelles. Suivant les exigences de l'eau, ils s'espaceront de 80 à 200 kilomètres les uns des autres. Or, un mehari frais peut faire 100 kilomètres dans une journée. Prenant l'hypothèse la plus défavorable, c'est-à-dire une rupture se produisant entre deux fortins distants de 200 kilomètres, et cette rupture étant située juste au milieu, on voit que la durée maxima d'une interruption ne pourrait dépasser une journée. Il n'en serait pas de même pour le câble Brest-Dakar, dont le rétablissement demanderait plusieurs mois. La comparaison des frais n'est pas moins suggestive. Une réparation de câble se chiffre par dizaines de mille francs. Grâce au concours des indigènes, largement rémunérés à raison de 5 francs par jour, le personnel des six fortins ne coûtera pas ensemble plus de 1.000 francs par mois.

Sur la section soudanaise, trois postes seulement sont prévus. Au terminus de Bourrem, deux embranchements assureront la transmission des dépêches vers nos colonies de l'Afrique occidentale. L'un se dirigera, à l'Ouest, sur Tombouctou, où il se raccordera au réseau soudanais, desservant le Soudan, le Sénégal, la Guinée et la Côte d'Ivoire. Le second, à l'Est, ira rejoindre à Say une autre partie des lignes soudanaises. De là, il desservira le Dahomey, et aussi le Congo, en se dirigeant vers Zinder et le lac Tchad.

A côté des avantages généraux, métropolitains, du télégraphe transsaharien, il faut signaler des avantages locaux, non moins importants. La police du Sahara sera facilitée, grâce aux avis que l'Algérie et le Soudan pourront échanger instantanément sur les déplacements des bandes de pillards. D'autre part, comme le trajet du fil est le chemin le plus court pour aller de l'Algérie au Niger, il deviendra probablement une route régulière de caravanes, grâce aussi à la sécurité et à l'eau qu'elles trouveront sur la ligne des fortins. Enfin, le prix des télégrammes à destination de l'Afrique occidentale, qui se payent actuellement de 1 à 5 francs le mot, pourra être abaissé à 40 ou 50 centimes.

[1] *Bulletin du Comité de l'Afrique française*, mars 1907.

En tenant compte de la période de préparation pour répartir les matériaux sur les points choisis, tous délais et tous frais comptés, on prévoit que le transsaharien télégraphique sera terminé en dix-huit mois, avec une somme qui ne saurait dépasser deux millions et demi.

Pierre Clerget,
Professeur à l'Ecole supérieure de Commerce de Lyon

§ 9. — Enseignement

Une École de Papeterie à l'Université de Grenoble. — Il nous est agréable de signaler que les jeunes Universités, rompant avec la tradition des anciennes qui se vouaient exclusivement aux cours académiques et à la préparation aux examens, deviennent de plus en plus des Laboratoires où l'on s'efforce de pousser le plus loin possible les progrès des sciences et l'étude de leurs applications. Parmi elles, l'Université de Grenoble se fait remarquer par son ardeur à innover. Nous indiquions récemment le développement rapide de son Institut électrotechnique. Voici qu'elle crée une Ecole de Papeterie.

C'est dans le Congrès tenu à Tours, pendant les vacances dernières, que l'Union des fabricants de papiers de France examina le projet de créer à Grenoble « une Ecole française de Papeterie, école destinée à former des ingénieurs papetiers, futurs directeurs d'industrie, et des conducteurs de machines, susceptibles de s'élever ultérieurement jusqu'à l'emploi de chef de fabrication ».

Le projet fut adopté par une Commission à laquelle s'étaient adjoints MM. Brenier, président de la Chambre de Commerce de Grenoble, et Barbillon, directeur de l'Institut électrotechnique de l'Université.

Ce nouvel Institut, construit sur de vastes terrains, va compléter les enseignements de sciences appliquées déjà donnés à Grenoble. Il sera prochainement ouvert.

Une École mondiale à Bruxelles. — On parle de la création prochaine à Tervueren, près de Bruxelles, d'une Ecole mondiale qui serait une véritable Université internationale. Les étudiants de tous les pays y seraient accueillis et les célébrités scientifiques de l'Etranger seraient appelées à y professer. Enfin, cette Ecole serait en relation avec des Musées spéciaux, et de riches collections scientifiques seraient établies à Tervueren et à Bruxelles.

Pour compléter cette œuvre, la personnalité civile serait accordée aux Associations scientifiques internationales ayant leur siège à Bruxelles. On pense que c'est avec les ressources provenant de l'Etat du Congo que le souverain belge pourra réaliser ce grand projet.

Les Étudiants en Allemagne. — L'Allemagne voit constamment croître le nombre de ses étudiants. Ce nombre a presque triplé depuis trente ans. Il est passé de 17.500 à 45.000.

En 1877, il y avait en Allemagne, pour 100.000 habitants, 37,5 étudiants ; il y en a maintenant 67,5.

Le nombre des étudiants suivant les cours des Ecoles techniques est passé de 4.200 en 1891 à 13.269 en 1903. Dans les Facultés de Lettres, de Médecine et de Droit, les élèves sont de plus en plus nombreux. Ainsi, en 1890, il y avait 2.700 étudiants ès lettres ; il y en a cette année 8.464. Les professeurs de lycées attendent souvent jusqu'à l'âge de trente-cinq ans un poste définitif. Et récemment, le Ministre de Bavière invitait les jeunes gens à ne plus choisir les carrières trop encombrées de médecin ou de magistrat.

Seules, les Facultés de Théologie sont délaissées. Le nombre de leurs étudiants a baissé de 50 °/₀.

Les conséquences de cette augmentation de la population universitaire sont faciles à tirer. Le nombre de places vacantes ne croissant pas dans la proportion de celui des demandes, il en résulte une baisse de salaire pour ceux qui ont choisi les carrières citées plus haut, et surtout pour les ingénieurs et autres employés de l'industrie.

§ 10. — Sciences diverses

La Science à l'Exposition franco-anglaise de 1908. — On sait qu'une Exposition franco-anglaise se tiendra à Londres en 1908, et les visiteurs qui passent aux environs d'Uxbridge Road ont pu constater qu'une large surface de terrain réservée à cette exposition se couvre rapidement de bâtiments.

Suivant le programme des organisateurs, la science, les arts et les industries doivent être représentés à cette manifestation. Or, la *British Science Guilde* vient de faire une démarche auprès du Comité exécutif de l'Exposition afin qu'une Section particulière soit entièrement consacrée à la science pure, principalement aux recherches originales entreprises dans les laboratoires des établissements d'enseignement et des usines.

Cette idée a reçu un accueil très favorable, et un Comité anglais, ayant à sa tête Sir N. Lockyer, vient de se constituer pour la mettre à exécution en ce qui concerne l'Angleterre. Cette exposition de science pure sera subdivisée en trois sections :

1° Appareils historiques employés par d'éminents savants ou qui ont été le moyen d'élucider d'importantes vérités ;

2° Instruments et méthodes employés pour les expériences et les observations de laboratoire ;

3° Instruments et méthodes employés et résultats obtenus dans l'exploration du sol, de l'eau, de l'air, du ciel.

Il serait hautement à désirer que, chez nous, un Comité semblable se constituât, afin d'assurer une représentation honorable à la Science française à l'Exposition franco-anglaise de 1908.

Le premier Congrès international des Industries frigorifiques. — Un Congrès international des Industries frigorifiques se tiendra à Paris à la fin de 1908, sous la présidence d'honneur de MM. Emile Loubet et C. de Freycinet.

Il sera divisé en six sections : 1° Les basses températures et leurs effets généraux ; 2° Matériel frigorifique ; 3° Application du froid à l'alimentation ; 4° Application du froid aux autres industries ; 5° Application du froid au commerce et aux transports ; 6° Législation.

L'idée de ce Congrès a été accueillie avec enthousiasme, non seulement en Europe, mais en Amérique et jusqu'au Japon et en Afrique du Sud, où l'on se prépare à envoyer des délégués. Peut faire partie du Congrès, au titre de membre titulaire, toute personne ou toute collectivité qui aura versé la somme de 20 fr. Pour tous renseignements, s'adresser au secrétaire général, M. J. de Loverdo, 10, rue Poisson, à Paris.

Une nouvelle Revue : « Les Documents du Progrès. » — Une revue d'un caractère nouveau, *les Documents du Progrès*, vient de paraître simultanément en trois éditions : française, anglaise et allemande, à Paris, Londres et Berlin.

Son but est de réunir les efforts jusqu'ici isolés des diverses nations. Elle veut répondre aux besoins de solidarité internationale qui s'affirment chaque jour davantage. Pour y parvenir, elle a groupé deux cent cinquante correspondants, disséminés dans toutes les parties du monde, et elle concentre à Paris les rapports qui lui sont ainsi adressés sur les progrès accomplis dans les divers pays ; elle ne retient que ceux qui peuvent être donnés en exemple aux autres nations.

L'ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAISSANCES SUR LES CARACTÈRES ET L'ÉVOLUTION DES AFFECTIONS CANCÉREUSES

A l'aimable invitation du directeur de cette *Revue* d'écrire un article sur l'état actuel des recherches sur le cancer, j'ai répondu d'autant plus volontiers que j'estime que ces recherches sont arrivées à un point où elles commencent à projeter un rayon d'espérance sur la guérison de cette affection : « La vérité est en marche; rien ne l'arrêtera. » Il serait cependant prématuré de fixer dès maintenant le moment où l'on parviendra à apporter la guérison aux malades atteints de cancer que le scalpel du chirurgien est impuissant à sauver. Mais la cure de cette maladie doit toujours rester le but que nous ne perdons pas du regard quand nous nous livrons à nos investigations.

I

Les recherches modernes sur le cancer datent d'environ une dizaine d'années. Leur épanouissement résulte, en première ligne, de la possibilité, acquise à cette époque, d'étudier le cancer sur les animaux; en seconde ligne, de l'explication des phénomènes chimiques qui se passent à l'intérieur des tumeurs cancéreuses.

L'impossibilité de réaliser des progrès essentiels dans le domaine des recherches sur le cancer provenait, en effet, de ce qu'on ne pouvait étudier la maladie sur des animaux et, par conséquent, obtenir rapidement, par voie expérimentale, un grand nombre d'animaux cancéreux sur lesquels on eût recherché l'origine et les possibilités de guérison de l'affection. La révolution qui s'est opérée sur ce point est due avant tout au mérite éminent du savant danois Jensen, de Copenhague. Il trouva par hasard une souris cancéreuse, — bonheur qui était échu à d'autres avant lui, par exemple à Morau, — mais il parvint à transporter la tumeur cancéreuse d'une souris à l'autre avec un tel succès qu'il produisit des générations de souris cancéreuses, qui devinrent à Berlin, Francfort, Paris, etc., le matériel de départ des recherches expérimentales sur le cancer.

Jensen put montrer que, dans le cancer de la souris, les cellules cancéreuses sont les porteurs de l'affection, car, transportées d'un animal sur un autre, elles reproduisent la maladie de la même façon que les bactéries. Mais cette analogie du cancer avec une maladie infectieuse va plus loin. Comme pour cette dernière, le traitement préventif d'un animal sain avec une matière infectieuse atténuée provoque une protection (immunité) vis-à-vis de la maladie considérée. Jensen, après avoir injecté à des souris des cellules cancéreuses tuées par trituration ou par la chaleur, constata que les souris ainsi traitées étaient *immunisées* contre l'inoculation de cellules cancéreuses qui produisaient la maladie chez les animaux n'ayant pas subi de traitement préventif. En outre, il montra que des souris cancéreuses, ayant reçu des injections de sérum de lapins inoculés à diverses reprises avec des tumeurs de souris cancéreuses triturées, pouvaient quelquefois être guéries de leur maladie.

On avait donc démontré les mêmes faits qui avaient été mis en lumière antérieurement pour les maladies infectieuses — en particulier pour la diphtérie par les excellentes recherches de Behring et Roux : — il est possible, comme pour la diphtérie, d'immuniser les souris contre l'affection cancéreuse, et ensuite de produire chez les animaux des corps protecteurs contre le cancer, qui peuvent être employés dans un but thérapeutique. Ces résultats, obtenus avec un matériel peu abondant et encore entachés d'incertitude, furent généralisés et mis à l'abri de tout doute par Ehrlich, Bashford, Borrel, L. Michaelis et d'autres.

Cette analogie du cancer de la souris avec une maladie infectieuse connue a été considérée par plusieurs savants comme une confirmation de l'origine parasitaire des tumeurs cancéreuses. On ne peut toutefois raisonner ainsi sans plus de réflexion : nous savons, en effet, qu'on peut produire des substances immunisantes aussi bien contre les cellules de l'organisme animal que contre un bacille déterminé, lesquelles empêchent la croissance desdites cellules. Nous ne devons donc pas conclure, de la parenté entre les phénomènes de l'affection cancéreuse et ceux des maladies infectieuses connues, que le cancer est aussi une maladie parasitaire. D'ailleurs, si c'était le cas, nous ne devrions obtenir de succès, dans l'immunisation, qu'avec une substance contenant les parasites, tandis que, comme nous le verrons plus loin, on peut immuniser contre le cancer avec des tissus normaux et du sang d'animaux parfaitement sains.

D'autre part, en ce qui concerne la découverte du bacille du cancer, nous n'avons à enregistrer que des *résultats négatifs*. Aucun de ceux qui ont étudié le cancer n'est encore parvenu à retirer des tumeurs ou d'une autre matière un organisme vivant, — que ce soit un parasite végétal ou animal, — au moyen duquel on puisse provoquer le cancer chez une

espèce animale quelconque. Les tumeurs produites par quelques expérimentateurs avec des Blastomycètes ou des levures n'ont jamais eu d'analogie avec les tumeurs cancéreuses ou sarcomateuses : ce sont des tumeurs granuleuses, comme on en observe chez les animaux à la suite des diverses infections. Le fait même que ces parasites ont été trouvés après une culture soignée dans des tumeurs fermées, où l'accès des micro-organismes du dehors était empêché, n'est pas encore une preuve de leur rôle dans l'étiologie du cancer. On sait maintenant que divers microbes peuvent émigrer de l'intestin, par exemple, dans des tissus éloignés et jusque dans des tumeurs fermées, et c'est peut-être ainsi qu'on doit s'expliquer la découverte, dans presque toutes les tumeurs, du *Micrococcus neoformans* considéré par Doyen comme l'agent du cancer. Si nous ne posons pas ce rigoureux critère, toute une série de microbes peuvent être rendus responsables de l'étiologie du cancer.

Ainsi les résultats que Schmidt, de Cologne, a obtenus dans ses essais d'isolement de l'agent du cancer me paraissent douteux, au moins dans leur interprétation. Schmidt croit avoir trouvé dans le *Mucor racemosus* un milieu nutritif approprié pour le parasite du cancer. Si l'on transporte de petites particules cancéreuses sur ce *Mucor*, celui-ci doit absorber l'agent du cancer, et ce dernier continue à vivre en symbiose avec le *Mucor*. Schmidt prétend qu'il est parvenu, avec ces champignons nourris avec des matériaux cancéreux, à reproduire le cancer chez les souris. Dans une vérification faite à l'Institut pour l'étude du cancer à Heidelberg, on est arrivé une fois, parmi 70 essais négatifs, à produire le cancer chez une souris au moyen de tels champignons. Il se peut que, dans la culture, les levures aient absorbé des cellules de tumeur encore vivantes, qui produisent ensuite le cancer, ce qui permettrait d'expliquer ainsi facilement le seul résultat positif.

Il est vrai que tous ces résultats négatifs ne peuvent naturellement être considérés comme une preuve certaine contre la théorie parasitaire, d'autant moins que nous ne pouvons pas élever en culture pure certains parasites animaux, comme les Protozoaires, et que, d'autre part, les tumeurs cancéreuses sont très sélectives dans leur croissance, c'est-à-dire ne se laissent transporter que sur la même espèce animale : de la souris à la souris, du rat au rat, mais non de la souris au rat. On ne peut donc pas demander que des microbes extraits de cancers humains donnent des résultats sur les animaux d'expérience, car on doit leur supposer la même sensibilité. La sensibilité des cellules cancéreuses est même telle que des tumeurs originaires de souris cancéreuses de Copenhague n'ont pu produire des tumeurs analogues que sur des souris de Copenhague et non sur celles de Berlin, et vice-versa. La sensibilité d'une tumeur est très variable. Dans tous les cas, comme Bashford l'a montré, une tumeur qui n'avait d'abord que peu de tendance à croître peut, par inoculation répétée d'un animal à un autre, augmenter finalement sa capacité de croissance à tel point qu'elle se transmet dans 100 % des cas.

Nous voyons donc qu'en outre des cellules cancéreuses il y a encore quelque chose qui intervient dans la transmission de la tumeur cancéreuse. Les intéressants essais d'Ehrlich nous ont apporté une explication sur ce point. Lorsqu'il inocule aux rats du tissu carcinomateux, celui-ci se développe d'abord très bien ; mais, au bout d'une semaine, la tumeur formée commence à régresser. Si les rats sont alors inoculés une seconde fois avec du carcinome de souris, la tumeur ne croît pas. De ces faits, Ehrlich croit devoir conclure à l'existence d'une forme particulière d'immunité dans le cancer, l'immunité dite *athrepsique*, reposant sur cette hypothèse : que les cellules, placées dans un organisme d'espèce étrangère, manquent d'une substance nutritive nécessaire à leur existence et, par conséquent, meurent après qu'elles ont utilisé la provision emmagasinée en elles-mêmes. Le savant allemand a été fortifié dans cette conviction par le résultat suivant : Si un carcinome de souris inoculé à un rat est transporté sur un second rat peu de temps avant qu'il commence à régresser, la tumeur ne se développe pas davantage, tandis que, retransportée sur la souris, elle se développe de nouveau normalement. C'est que, d'après Ehrlich, la substance de croissance, présente chez la souris et nécessaire pour amener le développement de la tumeur cancéreuse, fait défaut chez le rat.

Un progrès très important dans nos connaissances sur les tumeurs a été réalisé à la suite d'autres expériences d'Ehrlich. Alors que les anatomo-pathologistes ont toujours insisté sur l'autonomie absolue des diverses sortes de tumeurs : carcinomes, sarcomes, etc., Ehrlich et Apolant ont montré — et Bashford et Lewin l'ont plus tard confirmé — que le transport du carcinome sur les souris peut donner lieu finalement, à la *n*e génération, à une formation de sarcome. Il en résulte qu'il ne peut guère être question d'une différence biologique de principe entre les diverses sortes de tumeurs malignes. C'est dans ce sens qu'on doit aussi interpréter le fait qu'on peut immuniser des animaux contre le cancer par traitement préventif avec des sarcomes et même avec des chondromes malins presque aussi bien que si on les avait traités d'abord avec des tumeurs cancéreuses (Ehrlich et d'autres).

De ces recherches étiologiques, nous avons donc déduit jusqu'à présent trois points :

1° Les microbes isolés des tumeurs cancéreuses ne se sont pas encore montrés capables de produire le cancer chez les animaux;

2° Les tumeurs malignes (sarcome, carcinome, etc.) ne diffèrent pas biologiquement en principe;

3° Les cellules cancéreuses mêmes se montrent, par leur transmission, les agents de la maladie du cancer.

II

Ce dernier fait a été l'origine d'une grande controverse entre les anatomo-pathologistes et les cliniciens, qui y voient une preuve de la nature parasitaire des cellules cancéreuses. Les anatomo-pathologistes disent que, dans la production expérimentale du cancer par le transport de cellules cancéreuses, il s'agit d'une transplantation de cellules qui ont conservé leur pouvoir vital, de la même façon qu'un lambeau de peau transporté sur une blessure se met à croître sur celle-ci. E. von Leyden a réfuté cette objection en montrant que, dans la transplantation de la peau et des organes, on observe toujours une croissance pénible des morceaux transplantés, tandis que les cellules cancéreuses transplantées, non seulement produisent finalement de grosses tumeurs, qui se laissent transporter avec toujours plus de succès à travers de nouvelles générations, mais en même temps introduisent avec elles l'affection cancéreuse entière dans le nouvel organisme.

Cependant, il nous paraît incompréhensible que des cellules issues de notre corps acquièrent des propriétés délétères qu'elles ne possédaient pas jusqu'alors et qu'elles peuvent transmettre à d'autres organismes comme un agent d'infection. Cela nous conduirait de nouveau à admettre que la cellule cancéreuse est une cellule épithéliale, qui a reçu du dehors un parasite, vivant avec elle d'une façon inséparable, en quelque sorte en symbiose, et qui lui communique son caractère infectieux; car, que la cellule cancéreuse soit infectieuse, c'est-à-dire puisse seule produire la maladie, cela peut déjà difficilement être contesté après les essais de transplantation, et cela devient une certitude si nous examinons maintenant les autres expériences qui ont été tentées dans cette direction.

Les travaux de Borrel et Haaland, à l'Institut Pasteur de Paris, et ceux de L. Michaelis, à Berlin, ont montré que, dans les élevages de souris, des souris saines peuvent s'infecter au voisinage des souris cancéreuses. Il s'agit probablement ici d'un contact direct. Les tumeurs cancéreuses ont l'habitude, chez les souris malades, de percer la peau et d'arriver au jour. Si alors des souris saines se frottent contre de pareilles tumeurs, les cellules cancéreuses peuvent pénétrer dans la peau et causer le cancer. Morau a également établi par l'expérience une intéressante observation de ce genre. Il apporta dans une cage, dans laquelle ne se trouvaient que des souris saines, un grand nombre de punaises prises dans une autre cage renfermant des souris carcinomateuses; il observa, quelques mois plus tard, que presque toutes les souris avaient pris le carcinome. Cette transmission a lieu si régulièrement qu'il employa plus tard les punaises directement à l'inoculation.

Les observations de Borrel sont aussi particulièrement importantes. Borrel signale un élevage de souris dans lequel, parmi les 200 souris qui vinrent au jour dans une cage au cours de deux années, on constata 20 tumeurs. Si l'on ajoute que ces carcinomes ne se présentèrent que chez de vieilles femelles employées à la reproduction, et que la plupart des jeunes furent aussitôt vendues, on reconnaît que le pourcentage des tumeurs est énorme. Les expériences faites par Sticker sur les chiens sarcomateux confirment ce qui précède. Sticker laissa des chiennes, porteuses d'un sarcome des organes génitaux, s'accoupler avec des chiens sains, et il observa ensuite l'apparition de sarcomes du pénis chez les chiens. Il s'agit également ici d'une inoculation mécanique de cellules sarcomateuses du vagin sur le pénis des chiens.

Chez l'homme même, de tels essais de transmission ont été pratiqués. Von Bergmann a fait savoir, déjà en 1875, qu'il était parvenu à transplanter avec succès le cancer d'un homme à un autre. Il s'agissait d'un homme atteint de gangrène du pied, chez lequel l'amputation de la jambe n'était qu'une question de jours; des particules cancéreuses, provenant d'une tumeur du sein, furent transplantées sur le haut de la cuisse et se développèrent en gros nodules.

De ces résultats, assez incontestables pour bannir tous les doutes, découle la possibilité d'un transport du cancer et, par là, d'une origine ectogène de celui-ci. Mais ces exemples montrent aussi que la capacité et la possibilité de contagion du cancer sont relativement faibles. Il faut que des cellules cancéreuses non lésées soient inoculées directement; mais cela est toujours possible, en particulier dans l'acte de l'accouplement. Cette transmission a lieu par les cellules cancéreuses et seulement par elles. Toute autre cellule, même d'un organisme cancéreux, ne peut pas provoquer le cancer.

Que résulte-t-il donc de la capacité des cellules cancéreuses de provoquer le cancer dans un nouvel organisme? Elles sont rendues identiques, dans leurs fonctions vitales, avec les propriétés vitales d'un agent d'infection. Nous devons donc considérer la cellule cancéreuse même comme un germe infectieux pour l'organisme. Jusqu'au moment où la cellule cancéreuse est définitivement formée aux

dépens de la cellule épithéliale, on peut se trouver en présence d'une dégénérescence cellulaire. Mais, une fois que la cellule cancéreuse est née, elle est devenue par son existence un germe qui infecte l'organisme entier et dont la pénétration dans l'organisme d'un individu de la même espèce animale peut toujours provoquer la même maladie. Même détaché de son sol maternel originel, ce germe peut conserver ses propriétés malignes à travers de nombreuses générations, comme les essais sur le cancer des animaux le confirment toujours plus. Quand bien même la cellule cancéreuse dérive d'une cellule organique et que, comme telle, elle ne possède aucune propriété infectieuse, ce n'est certainement pas une raison pour refuser ces propriétés à la cellule cancéreuse terminée. En me basant sur ces considérations, j'ai proposé de caractériser le cancer comme une *infection cellulaire*. Après moi, Ribbert et Westenhoefer ont exprimé une conception analogue, et envisagé les cellules comme des parasites animaux. Le progrès qui est résulté de cette manière de voir consiste en ce que nous comprenons maintenant très bien les propriétés infectieuses du cancer.

III

Mais une question reste toujours pendante : *Comment naît la première cellule cancéreuse? Comment cette cellule épithéliale normale devient-elle subitement maligne?* Pour résoudre ce problème, nous devons nous éclairer sur cette autre question : A quoi se distingue une cellule cancéreuse d'une cellule épithéliale normale? Car c'est une proposition incontestable que la cellule cancéreuse doit dériver d'une cellule épithéliale. Récemment, Apolant a montré que les tumeurs cancéreuses de souris les plus diverses tirent leur origine d'un organe glandulaire, la mamelle. On peut observer le passage direct du tissu glandulaire normal à une hypertrophie bénigne à disposition encore distinctement glandulaire, qui conduit ensuite aux formes les plus variables de néoformations malignes. C'est donc toujours une cellule épithéliale qui devient finalement une cellule cancéreuse, mais la question du processus qui intervient n'est pas du tout résolue par là.

Depuis Cohnheim, un grand nombre de savants admettent que les cellules cancéreuses sont des cellules embryonnaires qui ont persisté dans l'organisme, qui ont conservé de leur vie embryonnaire une grande faculté de croissance et qui l'ont développée brusquement. En réalité, on peut considérer comme très vraisemblable, pour quelques sortes de tumeurs malignes, une formation aux dépens de cellules embryonnaires; mais on doit dire, d'autre part, que la plupart des tumeurs qui dérivent de cellules embryonnaires sont bénignes. Ainsi, R. Meyer a montré que les inclusions embryonnaires certaines du tractus génital féminin et des reins possèdent plutôt une tendance à la régression qu'à l'hypertrophie, lors même que, pendant un temps, elles croissent comme les autres tissus à l'intérieur des organes qui les renferment. Nous savons également des dermoïdes qu'ils sont bénins. En outre, on n'est jamais parvenu, par transport de tissu embryonnaire d'un embryon sur un animal de la même espèce que cet embryon, à produire des tumeurs et spécialement des tumeurs cancéreuses.

D'autre part, nous voyons, cependant, que les tissus embryonnaires se rapprochent biologiquement du tissu cancéreux, car l'injection préventive de tissu embryonnaire confère aux souris une immunité relativement forte contre le cancer (Scholz). C'est une preuve de la parenté biologique du tissu embryonnaire et du tissu cancéreux, mais non de ce que chaque cancer doive naître d'un tissu embryonnaire.

Ribbert prétend alors que le tissu cancéreux peut bien se développer aux dépens de cellules embryonnaires, mais que, d'autre part, des cellules épithéliales ordinaires sont aussi capables, par hypertrophie, de provoquer le cancer, et moins par une modification de leurs propriétés biologiques, à l'origine, que par une lésion du tissu qui entoure ces cellules. En règle générale, les cellules épithéliales sont, d'après lui, conservées dans le tissu environnant comme des animaux sauvages dans une cage; mais quand le tissu — ou, pour continuer la comparaison, la cage — n'est plus assez résistant, elles brisent leurs barrières et croissent dans le tissu.

Si cette hypothèse était juste, on devrait pouvoir démontrer que les cellules cancéreuses sont équivalentes aux cellules épithéliales normales par leurs propriétés chimiques et surtout biologiques, et que l'organisme a simplement perdu des propriétés qui empêchaient la croissance des cellules épithéliales. Cependant, on ne doit pas oublier que, dans le cancer, il ne s'agit pas seulement de multiplication et de croissance de cellules, mais aussi de propriétés malignes qui conduisent finalement à l'anéantissement de l'organisme. D'après la conception de Ribbert, l'organisme aurait donc été dépouillé, pour une raison quelconque, de la propriété qui empêche, chez les cellules épithéliales incluses dans les tissus, le déploiement d'une malignité qui existe déjà normalement.

Or, j'ai apporté la preuve que le tissu cancéreux, dans sa composition chimique, s'écarte essentiellement des autres tissus de l'organisme animal. Non seulement le rapport des corps albuminoïdes simples entre eux est troublé, mais certains albu-

minoïdes des tissus cancéreux possèdent une composition chimique différente de celle des albuminoïdes normaux de l'organisme. Puis Neuberg et moi, simultanément, nous avons montré que les cellules cancéreuses, par suite de la présence d'un ferment, sont capables de solubiliser l'albumine du tissu environnant et même de tous les organes. Cette propriété, confirmée par tous les chercheurs, nous explique en grande partie la malignité des tumeurs cancéreuses ; elle nous montre, en effet, pourquoi la cellule cancéreuse, seule parmi toutes les autres cellules de l'organisme, est en état de se développer dans le tissu environnant, parce qu'elle le dissout grâce à la substance (ferment) qu'elle renferme. La faculté que possède ce ferment cancéreux de détruire l'albumine de tous les organes — faculté qu'on ne retrouve dans aucune autre cellule du corps — nous fait encore comprendre pourquoi les cancéreux maigrissent, puisqu'une décomposition continue de leur albumine organique a lieu.

Tandis que la cellule cancéreuse possède elle-même un ferment qui est nuisible aux tissus de l'organisme, elle se comporte aussi, vis-à-vis des ferments produits par le corps, d'une façon différente des autres cellules. Elle est très facilement attaquée par le ferment tryptique, qui existe, en particulier, dans la glande pancréatique, mais aussi dans d'autres organes, alors que les autres cellules de l'organisme sont, au contraire, très résistantes à ce ferment. Elle se comporte d'une façon inverse vis-à-vis du ferment peptique : la cellule cancéreuse est très résistante à la digestion peptique, tandis que les autres cellules ne le sont pas.

Nous pouvons déduire de ces résultats que, dans le cancer, s'est établie une anaplasie chimique des cellules, sur laquelle reposent les propriétés biologiques malignes de la cellule cancéreuse. Cette anaplasie ou dégénérescence de la cellule épithéliale s'opère progressivement, ce qui nous explique la malignité différente des divers cancers et le fait que beaucoup de cancers sont d'abord bénins et ne présentent que peu à peu leur malignité. Nous pouvons même dire dès maintenant que, plus le chimisme de la cellule épithéliale devenue cellule cancéreuse s'est modifié, plus la cellule cancéreuse est maligne.

Nous constatons, de plus, que l'organe qui est le siège d'une tumeur cancéreuse peut être également altéré dans ses fonctions chimiques. Ainsi nous trouvons que le rapport des divers albuminoïdes est troublé dans le foie cancéreux. Ce mode différent de se comporter de la tumeur cancéreuse vis-à-vis du tissu environnant, par rapport au tissu normal, ainsi que le rapport différent du tissu lui-même avec les cellules cancéreuses, qui apparaît dans l'action de ses ferments, nous donnent une idée des troubles considérables des échanges qui doivent se manifester dans les affections cancéreuses. Ainsi Leyden et Bergell ont montré que le foie d'un animal sain possède une forte capacité de détruire les cellules cancéreuses, probablement par suite de sa teneur en un ferment détruisant les cellules. Cette faculté fait défaut, d'après Bergell et Lewin, au foie des animaux cancéreux (rats).

Si cette observation se confirmait chez l'homme, on aboutirait à ceci : *Une modification dans les cellules épithéliales conduit au résultat que ces cellules forment un ferment qui dédouble l'albumine des tissus. Puis, dans le foie, et peut-être dans d'autres organes, un processus s'accomplit, tel que la substance qui détruit les cellules cancéreuses disparaît chez le malade cancéreux ; autrement dit, la capacité de résistance du foie, et peut-être d'autres organes, vis-à-vis du développement des cellules cancéreuses est amoindrie ou annulée dans l'organisme des cancéreux.*

La disparition du ferment destructeur des cellules cancéreuses joue certainement un grand rôle dans le développement du cancer, mais seulement dans les derniers stades, — où elle expliquerait la formation des métastases, c'est-à-dire la colonisation de cellules cancéreuses dans des organes éloignés qui ont perdu leur résistance, — et non à l'origine, où le cancer est strictement localisé. Aussi longtemps que cette première étape n'est pas franchie, nous devons admettre un bon fonctionnement des processus de défense ; mais, lorsque ceux-ci viennent à faire défaut, le cancer doit devenir une maladie généralisée. Si le cancer se formait parce que le ferment anticancéreux a disparu dans les tissus, on ne verrait plus aucune raison d'enlever les tumeurs cancéreuses par l'opération, car l'absence de la substance qui détruit les cellules cancéreuses permettrait la néoformation de tumeurs à tout moment et à la même place ou en un autre endroit quelconque du corps.

On doit cependant repousser cette conception, quoique les nombreuses récidives de cancer après l'opération ne la rendent pas tout à fait absurde. Le célèbre chirurgien Czerny, de Heidelberg, a, dans 40 % des cas de cancer qu'il a opérés, obtenu une guérison durable, c'est-à-dire une guérison qui a duré plus de dix ans. Autrement dit, dans 40 % des cas de cancer, malgré l'absence de la substance qui empêche la croissance des cellules, il n'a pas vu la maladie se reproduire.

Contre l'origine du cancer à la suite de la disparition primaire d'une substance défensive dans les organes, telle que l'antiferment, on peut invoquer aussi le fait suivant : expérimentalement, le cancer se développe mieux chez les jeunes animaux (souris

et rats) que chez les vieux. Dans ce cas, on devrait admettre que la substance défensive se forme seulement au cours des ans, ce qui est contraire à toutes nos données. La découverte de telles substances protectrices serait certainement d'une grande importance pour notre connaissance du cancer, car, comme nous l'avons dit, elles jouent certainement un rôle important dans le développement de la maladie et ce sont vraisemblablement elles qui empêchent que le cancer forme dès l'origine des métastases.

Peut-être l'immunité que nous produisons chez les animaux d'essai par l'injection d'organes déterminés, en particulier de foie et de sang, repose-t-elle aussi sur l'introduction de ces substances protectrices? Peut-être ces substances sont-elles appelées à jouer un rôle dans la guérison spontanée, car il n'y a pour nous aucun doute que ces guérisons se présentent? Nous avons constaté, dans le transport des tumeurs chez les animaux, que souvent celles-ci, après un temps de développement, s'arrêtent subitement et sont finalement résorbées par le tissu environnant. Chez l'homme même, les observations de guérison spontanée ne peuvent plus être rejetées comme erronées ou être rapportées à de faux cancers ou sarcomes, depuis que l'on a trouvé qu'une tendance à la guérison se manifeste presque dans chaque tumeur cancéreuse (Orth). On voit par là qu'une lutte prolongée se poursuit entre les cellules cancéreuses et les ferments des tissus qui les détruisent.

Tous les faits, d'après lesquels les poissons — où l'on observe fréquemment le cancer (Behla) — ou les vers (Borrel) apparaissent comme les propagateurs du cancer doivent être interprétés dans ce sens que ces animaux sont les porteurs de cellules de tumeurs humaines, qui sont restées longtemps dans leur corps et y ont gardé leur caractère infectieux. Lorsqu'elles parviennent à cet état dans un organisme humain, elles peuvent s'y développer en tumeurs.

Si nous résumons maintenant les conséquences de ces faits d'observation, nous voyons que, *dans la genèse du cancer, il s'agit aussi bien d'une infection du dehors par la pénétration de cellules cancéreuses parfaites que d'une dégénérescence chimique de cellules normales, conduisant à la formation de cellules cancéreuses* et conditionnée par un trouble des échanges des cellules épithéliales, analogue à celui qu'on observe dans d'autres maladies.

La dégénérescence des cellules repose sur une déviation des albuminoïdes; les causes de celle-ci peuvent être des excitations physiques et chimiques, ou même encore vivantes. Ainsi l'on voit le cancer naître après des lésions: cancer traumatique, cancer cicatriciel, cancer des ramoneurs, cancer des fumeurs, cancer des ouvriers qui travaillent le goudron et la paraffine; on voit le cancer se développer après des ulcères de l'estomac; on constate encore que beaucoup de tumeurs bénignes deviennent malignes au cours du temps, surtout après des blessures, des coups, des chocs, etc., c'est-à-dire se transforment en cancer. De telles influences ne sont pas de nature parasitaire, mais se caractérisent par des troubles des échanges.

On ne doit pas nier qu'un vrai parasite puisse être, aussi bien qu'une excitation chimique, la cause de la transformation de cellules épithéliales en cellules cancéreuses; mais nous ne le tenons pas pour démontré, et, quand cela serait prouvé, le parasite ne serait pas la cause unique.

D'autres maladies des échanges, par exemple le diabète, se produisent aussi par le choc, la chute. Mais, tandis que, dans ces autres perturbations des échanges, nous constatons toujours la disparition de propriétés que l'organisme possédait auparavant, — ainsi, dans le diabète, la propriété de détruire le sucre, — nous pouvons, dans le cancer, soit trouver ces propriétés disparues, — la cellule stomacale cancéreuse a perdu la faculté de sécréter de l'acide chlorhydrique, — soit aussi les trouver conservées. Ainsi, une cellule cancéreuse de la vésicule biliaire, ou une cellule cancéreuse de la même origine qui s'est développée par métastase dans un autre organe (par exemple dans le cerveau), a gardé la propriété de sécréter de la bile. Mais, d'un autre côté, la cellule cancéreuse a acquis de nouvelles propriétés, qu'elle ne possédait pas antérieurement: ainsi, celle de décomposer l'albumine d'autres cellules et de croître indéfiniment.

Par cette dernière faculté, puis par la formation de métastases, et surtout parce qu'il est capable, transplanté sur un organisme du même genre, non seulement de s'y fixer, mais d'y croître et d'y reproduire la même affection, le cancer se distingue de tous les autres troubles connus des échanges, et il offre par là une propriété que nous retrouvons dans les maladies infectieuses. *Jusqu'au moment où la cellule cancéreuse est complètement formée aux dépens de la cellule épithéliale, il s'agit d'une dégénérescence chimique. Mais, une fois la cellule cancéreuse née, elle est devenue, par le fait de son existence, un germe qui infecte l'organisme entier et dont la pénétration dans un organisme de la même espèce animale reproduit toujours la même maladie.*

Le fait que la cellule cancéreuse dérive d'une cellule organique, qui, par elle-même, ne possédait aucune propriété infectieuse, n'est certes pas une raison pour dénier cette propriété à la cellule cancéreuse développée. Je vois donc dans le cancer une infection de l'organisme par ses propres cel-

lules dégénérées, une infection qui peut être transportée sur d'autres individus de même espèce. Je crois ainsi avoir fixé l'état actuel de nos connaissances sur l'étiologie du cancer.

Ehrlich voit aussi à l'origine du cancer une perturbation des échanges et en particulier un trouble de la nutrition. Il admet que les cellules épithéliales qui deviennent des cellules cancéreuses sont celles qui possèdent, pour les substances nutritives, une plus grande avidité que les autres cellules du corps. Normalement, toutes les cellules reçoivent une même quantité de nourriture et se développent régulièrement. Mais, s'il se produit un trouble dans la réception de la nourriture, de façon que quelques cellules soient trop nourries et d'autres pas assez, les premières se développeront aux dépens des secondes.

Les expériences d'Haaland nous montrent bien comment, au sens d'Ehrlich, la nutrition joue un rôle dans le développement du cancer. Haaland a observé que des souris, qui, à Paris, étaient réceptrices pour le cancer, avaient perdu cette réceptivité en Norvège, et il établit que c'était le fait de la nourriture, car elles étaient nourries autrement à Paris qu'en Norvège. Cette preuve a été encore renforcée par le fait qu'en modifiant la nourriture il put à volonté faire varier l'immunité.

IV

J'arrive maintenant à la seconde question importante de cette étude, celle de la *marche de l'affection cancéreuse*. Il est aujourd'hui plus difficile que jamais de dire, dans un cas spécial, si l'on se trouve en présence d'un cancer ou non. Autrefois, l'examen histologique était décisif; aujourd'hui, nous savons que l'évolution clinique décide seule, dans beaucoup de cas, si la tumeur est bénigne ou maligne. Déjà, dans l'expérimentation sur les animaux, on a constaté que certains cancers de la souris ne se laissent pas du tout transplanter, quelques-uns dans un nombre limité de cas, tandis que d'autres se montrent hautement infectieux (Ehrlich et Apolant). Un anatomo-pathologiste aussi éminent que Lubarsch a admis, pour de nombreux cas de tumeurs, l'impossibilité de résoudre par le microscope la question de l'existence de la tumeur cancéreuse; surtout au commencement de la maladie, il est souvent difficile de faire un diagnostic exact.

Fischer a produit, par injections de carmin chez les lapins, des tumeurs qui, histologiquement, se distinguent à peine du cancer, mais auxquelles manquent, cliniquement, toutes les caractéristiques de celui-ci. Brosch et Futterer sont parvenus à provoquer, l'un sur la peau, l'autre sur la muqueuse stomacale des lapins, des hypertrophies épithéliales profondes d'origine inflammatoire, mais qui, malgré une longue époque d'observation, ne sont pas devenues cancéreuses. Lubarsch a observé la même chose pour des muqueuses enflammées.

Nous ne trouvons aucun caractère véritablement distinctif pour les tumeurs malignes. Il en existe qui paraissent tout à fait semblables aux tissus normaux, tandis que d'autres ne possèdent aucune structure organique distincte, mais sont constituées par des développements cellulaires irréguliers. Mais, quand nous voulons diviser le cancer en cas bénins et malins, nous pouvons constater tous les jours qu'un cas jusqu'alors bénin présente subitement une grande malignité, de sorte que, dans cette direction, il n'y a pas grand'chose à faire.

Ce que nous désignons sous le nom de cancer, ce sont des épithéliomes hétérotropes, dont la malignité peut être très variable. Nous ferons donc mieux de placer la malignité au milieu des recherches sur la marche de l'affection cancéreuse, c'est-à-dire de rechercher en quoi consiste alors la malignité des tumeurs. Car il est clair que toutes les hypertrophies prétendues atypiques, même lorsque, pendant un temps, elles paraissent bénignes, deviennent finalement malignes.

On peut désigner comme caractères de la malignité la croissance indéfinie de la tumeur avec tendance à la formation d'ulcère, puis la formation de métastases et la cachexie cancéreuse. Cette dernière consiste en ce que le cancéreux maigrit, c'est-à-dire qu'il détruit plus d'albumine qu'il n'en assimile par la nutrition. Aussi longtemps que ces caractères, ou l'un d'entre eux, manquent à la tumeur cancéreuse, elle n'est pas maligne; mais dès qu'ils s'établissent, fût-ce même des années après le commencement de la maladie, elle revêt aussitôt le caractère pernicieux.

Jusqu'à ces dernières années, on admettait très généralement que la cachexie se présente dans tous les cas de cancer. On considérait comme impossible qu'il y eût, chez le cancéreux, assimilation d'albumine; plus on lui en fournissait, plus il devait en détruire. Un grand nombre de recherches que j'ai faites sur ce sujet montrèrent, cependant, que cette conception était inexacte, et qu'elle n'avait pu se faire jour que parce que tous les cas sur lesquels elle se basait étaient ceux de cancéreux arrivés aux derniers stades et condamnés à bref délai.

Si l'on examine, par contre, des cancéreux à petites tumeurs, en particulier avec cancer du sein, on ne trouve jamais chez eux une augmentation de la destruction de l'albumine; bien plutôt, malgré l'existence d'une tumeur cancéreuse, ils deviennent

souvent plus riches en albumine et ils augmentent de poids.

Quand donc se produit la redoutable cachexie cancéreuse, c'est-à-dire la disparition de l'albumine organique? C'est, avant tout, le cas quand le cancer atteint les fonctions d'un organe vital important. S'il se porte, par exemple, sur le pancréas, ou sur le foie, les fonctions de ces organes sont lésées. L'attaque d'autres organes, qui ne sont pas importants pour la vie, comme les seins, la matrice, n'est jamais tout d'abord accompagnée de cachexie. Dans ce dernier cas, la cachexie ne se présente que si l'infection intervient. Des bactéries pénètrent dans la tumeur cancéreuse de la matrice, la décomposent, créent des ulcères dans lesquels se forment des toxines, et ces toxines, ainsi que la pénétration des bactéries des ulcères dans le courant sanguin, produisent ensuite une infection généralisée avec cachexie. Nous sommes alors ici en présence de la cachexie telle qu'on l'observe dans une infection générale du corps, mais ce n'est pas une cachexie cancéreuse spécifique. Il en est de même, par exemple, quand le cancer du sein a détruit la peau et que les bactéries venant de l'air y produisent une infection généralisée.

Le cancer produit encore l'amaigrissement quand il empêche l'absorption de la nourriture, quand il siège dans l'œsophage, l'estomac ou l'intestin. Nous reconnaissons que cette déduction est exacte au fait que, lorsque la réception des aliments a été rendue possible par voie opératoire, même sans éloignement de la tumeur cancéreuse, les malades reprennent des forces : il y en a qui regagnent 20 à 30 livres en poids au cours de quelques mois.

Il résulte de ces observations que, dans beaucoup de cas, la prétendue cachexie cancéreuse ne se produit pas dès qu'apparaît une tumeur cancéreuse, autrement dit qu'elle n'est pas un phénomène accessoire typique du cancer. Nous connaissons, cependant, des tumeurs cancéreuses qui, sans siéger dans un organe vital important, sans avoir formé d'ulcères, sans empêcher l'absorption des aliments, provoquent très rapidement la déperdition des forces, c'est-à-dire la cachexie cancéreuse. Ce sont des cancers très mous. Dans ces cas, l'établissement de la cachexie doit s'expliquer ainsi : le ferment dédoublant l'albumine, dont Neuberg et moi nous avons démontré l'existence dans la tumeur cancéreuse, est résorbé dans la circulation sanguine et peut manifester partout ses propriétés destructrices. En faveur de ma conception, je puis citer le fait que les cancers qui ne donnent pas lieu à une résorption du ferment dans le courant sanguin ne produisent pas de cachexie : tels sont les cancers durs entourés d'un tissu conjonctif résistant (squirres). C'est ainsi qu'on doit comprendre l'apparition et l'importance de la cachexie cancéreuse.

Quels sont maintenant les progrès de nos connaissances en ce qui concerne la croissance avec infiltration et la formation des métastases? Ici, la connaissance de l'existence d'un ferment destructeur de l'albumine dans la cellule cancéreuse peut nous conduire à des conclusions importantes. Ce ferment protéolytique cause une lésion du tissu de deux manières : d'abord sur place, puis au loin.

Sur place, il paraît plausible que, lorsqu'une cellule est en état d'attaquer le tissu voisin, c'est-à-dire de détruire son albumine, ce tissu environnant doit aussi perdre de sa capacité de résistance contre la croissance de la cellule cancéreuse ; nous pouvons ainsi nous représenter facilement que, par la seule perte de résistance du tissu, la cellule cancéreuse soit moins limitée que les autres cellules de l'organisme dans sa capacité de développement, et cela nous explique sa croissance par infiltration.

Au loin, ces ferments protéolytiques peuvent manifester ainsi leur action nocive : entrés dans la circulation, ils créent dans les autres tissus, par leur action digestive, des points de moindre résistance, propices à l'émigration des cellules cancéreuses, et, d'autre part, comme nous l'avons déjà dit, par la destruction augmentée de l'albumine organique, ils prennent une grande part à l'établissement de la cachexie cancéreuse.

V

Il me reste à considérer la question la plus importante de cette étude : Quelles perspectives l'état actuel de nos recherches sur le cancer nous offre-t-il sur la guérison de la maladie ? J'ai déjà rappelé que nos meilleurs chirurgiens estiment à 40 % des cas opérés par eux la proportion des guérisons ; cela nous montre que nous perdons encore 60 % des malades. Beaucoup de médecins et de profanes en sont toujours à cette conception que, lorsque le bistouri du chirurgien ne peut guérir le cancer, toute guérison est impossible ; ils considèrent tout essai de cure autre que par voie chirurgicale comme du charlatanisme. Ce scepticisme est le plus grand ennemi du progrès dans le domaine thérapeutique. Ce pessimisme est-il donc justifié ?

Je m'arrêterai d'abord aux recherches de Jensen. Nous avons vu plus haut que Jensen et Ehrlich ont guéri des souris du cancer. Pour cela, ils se sont servis de plusieurs procédés. Avant que j'entre plus avant dans cette question, je dois d'abord examiner s'il est possible d'immuniser contre le cancer, c'est-à-dire de protéger artificiellement les animaux contre cette affection.

Jensen, Ehrlich, Bashford, Borrel, etc., ont fait, à ce sujet, un grand nombre d'expériences. Ils ont traité des souris avec des cellules cancéreuses atténuées, dont ils avaient diminué les propriétés vitales par la chaleur; ils leur injectaient sous la peau ces cellules atténuées, en suspension dans une solution de sel marin. Ces cellules ne donnent naissance à aucune tumeur cancéreuse; mais les souris ainsi traitées deviennent capables de résister à l'injection de cellules cancéreuses virulentes. Cette immunité s'obtient non seulement par l'injection de cellules cancéreuses, mais même par celle de tissu normal d'animaux non cancéreux. Ainsi, l'injection de sang de souris confère déjà une certaine immunité. Cette immunité augmente quand on fait usage de tissu embryonnaire (fœtal), et récemment Bashford a montré que la peau triturée (c'est-à-dire du tissu épithélial) produit aussi une très forte immunité contre la transmission du cancer aux souris.

De ces recherches, il résulte qu'on peut protéger des animaux d'expérience, souris et rats, — et même actuellement des chiens, — contre le cancer et le sarcome, aussi bien par des cellules de tumeurs atténuées que par divers tissus normaux. Il n'est donc pas absurde de penser que, par le même moyen, on arrivera un jour à la guérison du cancer, ainsi que cela se passe déjà pour les maladies infectieuses. Nombreuses sont, d'ailleurs, les tentatives qui ont été faites dans cette voie. Celles-ci sont, en partie, antérieures aux recherches de Jensen et d'Ehrlich.

En 1895, Ch. Richet et Héricourt annoncèrent qu'ils avaient injecté à des ânes et à des chevaux des extraits aqueux de tumeurs cancéreuses; après quelque temps, ils firent une prise de sang à ces animaux, avec lequel ils traitèrent des cancéreux. Leur idée était que l'excitation des cellules cancéreuses chez les animaux d'expérience devait former des substances dissolvant les cellules cancéreuses et empêchant leur croissance (cytolysine). Les résultats de ce traitement furent les suivants : La propagation du cancer fut arrêtée, les tumeurs diminuèrent, l'état général s'améliora, les injections se firent sans danger, les douleurs s'apaisèrent et l'infiltration du tissu voisin diminua.

Une année plus tard, Arloing et J. Courmont annoncèrent à l'Académie de Médecine de Paris qu'ils avaient traité avec le même succès des cancéreux au moyen du sérum sanguin d'ânes ayant reçu diverses tumeurs cancéreuses ou analogues. Plus tard, des travaux de même nature furent communiqués par Brunner, Dor, Charcot et d'autres. Les deux derniers, en particulier, sont remarquables, d'abord à cause des résultats favorables, ensuite parce qu'ils entreprennent une différenciation des diverses tumeurs. Dans les essais antérieurs, toutes les tumeurs possibles avaient été injectées, sans sélection. Dans les expériences de Dor, l'animal est immunisé avec une tumeur provenant du malade qui sera plus tard soumis à la sérothérapie. Dor extirpa à une patiente une partie d'un sarcome de l'œil, l'injecta à un animal sous la peau et, après quelque temps, enleva à ce dernier du sérum sanguin. Ce sérum fut administré à la malade en injection sous-cutanée et la guérit. Cet essai répond à toutes les exigences de la sérothérapie moderne, car la malade a été traitée avec un sérum contenant la substance immunisante contre la tumeur dont elle souffrait.

C'est sur la même base que se fondaient les procédés préconisés indépendamment par Borrel et par moi. Nous avons proposé de triturer les tumeurs enlevées par l'opération, de les inoculer à un animal sous la peau et de traiter ensuite le patient par le sérum de cet animal. Par ce moyen, je voulais, au cas où des restes de tumeur persisteraient, en particulier où il y aurait des glandes infectées dans le corps, les anéantir et empêcher la formation d'une récidive. Von Leyden et moi, nous avons employé cette méthode d'abord chez le chien, puis chez l'homme.

Nous avons transporté une partie de la tumeur d'un chien cancéreux sur d'autres chiens et nous avons inoculé une autre partie de la même tumeur sous la peau de lapins pendant plusieurs semaines. Un chien sur lequel la transplantation avait réussi, et qui présentait déjà une tumeur d'une certaine grosseur, fut traité par le sérum sanguin des lapins immunisés, et nous parvînmes, après plusieurs mois d'injections, à faire disparaître la tumeur chez ce chien.

Nous avons alors appliqué à l'homme la même méthode de traitement. Des chèvres furent injectées, pendant plusieurs semaines, avec les espèces les plus diverses de carcinomes (du sein, du foie, de l'utérus, etc.), chaque animal recevant une espèce déterminée de cancer. Après plusieurs mois de traitement, nous fîmes des prises de sang à chaque chèvre, et nous traitâmes des carcinomes du sein et de l'utérus avec le sérum des chèvres ayant reçu les produits correspondants. Les résultats, obtenus en divers endroits, furent analogues à ceux de Richet et Héricourt : ils ne nous satisfirent pas, mais ils étaient tels qu'on peut admettre que, par une amélioration de la technique, en particulier quand on sera arrivé à concentrer les substances immunisantes dans le sérum des animaux traités, on obtiendra des résultats meilleurs.

Une seconde méthode, que von Leyden et moi nous avons expérimentée, consiste à inoculer aux animaux cancéreux des extraits de tumeurs can-

céreuses, de façon à produire en eux-mêmes les substances protectrices contre les cellules cancéreuses encore vivantes. Nous avons fait un essai de ce genre chez un chien porteur d'un carcinome de l'intestin : ce chien fut guéri par injection répétée d'extraits d'une partie de son propre cancer. Cette méthode a aussi été appliquée à l'homme; l'idée fondamentale est de produire, par introduction de matières de la tumeur cancéreuse, dans le corps du malade même, les substances dissolvant la cellule cancéreuse. Nous en sommes encore aux tatonnements du début. La voie à parcourir est encore longue, mais les succès obtenus avec les souris, les chiens et aussi certaines observations faites sur l'homme cancéreux, montrent qu'elle n'est pas dépourvue de perspectives intéressantes.

Toutefois, ces méthodes ne sont certainement pas les seules qui permettent d'influer sur le cancer. Plus nous poursuivons nos recherches dans ce domaine, plus nous sommes étonnés des multiples possibilités d'agir sur les tumeurs malignes. Il y a quelques années, j'ai annoncé que les extraits pancréatiques ont la propriété de dissoudre facilement les tumeurs cancéreuses. En Angleterre, on a étudié cette question de plus près et l'on est arrivé à la conclusion que c'est la trypsine renfermée dans le pancréas qui digère la tumeur.

Ainsi s'est développé en Angleterre un traitement du cancer par la trypsine. Lorsqu'on injecte une solution de trypsine ou de pancréas dans la tumeur cancéreuse, on assiste à une disparition assez rapide de celle-ci. On peut obtenir le même effet par d'autres moyens (arsenic, thermocautère, etc. ; mais, à la suite de l'application de ces derniers, tandis que le tissu cancéreux est détruit, on observe à la périphérie une croissance tumultueuse de la tumeur dans le tissu environnant, de telle sorte qu'on a dû renoncer à l'emploi de ces procédés. Ce n'est généralement pas le cas pour l'extrait pancréatique; mais la difficulté réside ici dans l'impossibilité d'en limiter l'action au tissu cancéreux seul : l'extrait attaque souvent le tissu sain et continue irrésistiblement son chemin. On a alors essayé d'enlever son caractère délétère au ferment contenu dans l'extrait pancréatique et de l'injecter dans des parties saines du corps. Avec une préparation de cette nature, Beard et Pinkus ont obtenu des résultats favorables chez l'homme, tandis que Bashford a échoué dans le cancer expérimental des souris.

Cette action destructive sur la cellule cancéreuse appartient encore à d'autres organes : von Leyden et Bergell l'ont rencontrée dans le foie plus forte que dans le pancréas. Après injection d'extrait de foie dans la tumeur cancéreuse, la réaction est si considérable qu'après quelques jours la tumeur entière a disparu et que, parallèlement à cette disparition, des phénomènes d'intoxication prononcés se manifestent. Récemment, Bergell et Sticker ont annoncé qu'ils étaient parvenus à guérir par l'extrait de foie des chiens sarcomateux naturellement ou des chiens chez lesquels ils avaient produit expérimentalement le sarcome.

Cette méthode de traitement par un ferment détruisant la cellule cancéreuse, tel qu'on en a trouvé dans le pancréas et le foie, est certainement appelée à jouer un grand rôle dans l'avenir. La difficulté, qui ne doit pas être rabaissée, consiste en ce que, parallèlement à l'application du ferment actif, il faut préserver l'organisme de ses phénomènes d'intoxication. Cette intoxication est vraisemblablement causée par la mise en liberté de substances nuisibles à l'organisme, dues à la décomposition rapide de la tumeur cancéreuse, et il ne s'agira peut-être que de ralentir la décomposition. Nous administrons maintenant, dans ce but, les extraits de foie et de pancréas par le rectum, et il découle des résultats déjà obtenus que les ferments dissolvants des cellules agissent aussi par cette voie.

Comme nous l'avons dit, les substances actives sont très répandues dans l'organisme : on peut encore citer les essais de Bier, qui a observé des succès remarquables dans le traitement des cancéreux par le sang d'une espèce étrangère, surtout du porc.

Sur le traitement par les rayons de Rœntgen et du radium, je rappellerai simplement qu'il a donné des résultats remarquables et décisifs pour les cancers superficiels, facilement accessibles, de la peau, des lèvres; mais, quand le cancer est situé en profondeur, on brûle le tissu sain en même temps que la tumeur, ce qui a écarté jusqu'à maintenant l'emploi de la rœntgénothérapie pour les cancers placés sous la peau.

Une autre méthode thérapeutique se base sur les résultats obtenus par Ehrlich et Spiess, qui tentèrent, par des troubles de nutrition à l'intérieur de la tumeur, de provoquer une disparition de celle-ci. Les troubles de nutrition sont causés par les anesthésiques. Spiess injecta de la novocaïne (succédané de la cocaïne) à des souris, dans la tumeur même, et vit celle-ci disparaître. D'après quelques essais que j'ai faits sur l'homme, ce traitement, appliqué simultanément avec une injection de préparation arsenicale, notamment d'atoxyle, paraît avoir une action analogue à celle des rayons de Rœntgen. Pour les grosses tumeurs, il n'a aucun effet.

VI

De toutes ces recherches, il résulte que nous possédons actuellement une série de méthodes qui, à

côté de la méthode chirurgicale, sont capables d'influer sur le cancer et de l'amener à disparaître. Mais toutes ces méthodes ne sont qu'en germe, tandis que la méthode chirurgicale nous donnera seule, dans le plus grand nombre des cas, un résultat certain. Nous devons donc nous placer sur ce terrain : aussi longtemps que la tumeur est opérable, elle doit être opérée; ce n'est que lorsque le chirurgien se refuse à faire une opération qu'on peut tenter un essai avec l'une des thérapeutiques précédentes. Naturellement, cet essai sera dans chaque cas une sorte d'expérience. Nous devons cependant entreprendre de telles expériences pour perfectionner les pures méthodes de traitement.

Je n'ai aucunement la pensée que seul le traitement par une des méthodes indiquées plus haut puisse amener la décomposition de la tumeur cancéreuse; je crois, au contraire, qu'il existe de nombreux autres moyens d'arriver au même résultat. Aussi, à notre époque, où nous avons le moyen de produire à volonté le cancer aussi bien chez les souris que chez les rats, nous sommes non seulement justifiés, mais obligés d'éprouver sur ces animaux tous les moyens qui peuvent conduire à la guérison de la maladie.

Les recherches modernes sur le cancer, qui ne datent pas de dix ans, ont déjà conduit, je le crois, à une série de résultats importants : si nous ne pouvons pas encore présenter comme atteinte, à l'humanité souffrante, la guérison du cancer, notre but suprême, nous pouvons cependant considérer aujourd'hui ce problème avec plus d'espérance que jamais, et j'estime qu'une décade ne s'écoulera pas avant que nous ayons pu élever sensiblement la proportion des cancéreux auxquels nous procurons la guérison et qui, actuellement, n'est que de 40 % par la méthode chirurgicale.

Dr F. Blumenthal.
Professeur à l'Université de Berlin.

LES ÉTATS DE LA MATIÈRE

Lorsque, dans une de nos paisibles vallées, s'allume, dans chaque maison, l'âtre familial, le regard aime à suivre les fumées ténues qui montent vers le ciel en gracieux tourbillons. Arrivée à une certaine hauteur, chacune de ces légères colonnes s'élargit, s'étale, et bientôt rejoint ses voisines; ainsi se constitue un nuage translucide, dans lequel l'œil ne distingue plus ses séparations, si nettes encore l'instant auparavant. Mais que l'on observe attentivement ce nuage : bientôt on verra s'établir des couches de teintes un peu différentes, et l'étude détaillée de leur structure nous montrera qu'elles se sont étagées suivant les dimensions des minuscules grains de matière minérale entraînés du foyer.

C'est souvent ainsi que procède la science. Le premier groupement des phénomènes nous est donné par leur origine; puis, plus tard, c'est leur nature intime qui marque leur place, et la classification, qui était artificielle, devient une classification naturelle.

La Physique nous offre des exemples grandioses de ces deux étapes successives. L'étude du spectre en est peut-être le plus vaste et le plus frappant.

Je voudrais parler aujourd'hui d'une synthèse moins saisissante, moins populaire surtout, car d'admirables découvertes dans le domaine des radiations fascinent tous les regards. Mais la matière, avec son infinie complexité, appelle aussi de profondes études. D'ailleurs, n'est-ce pas d'elle qu'émane le rayonnement? N'est-ce pas en elle qu'il revient et qu'il se transforme? Par réciprocité, le rayonnement lui-même la modifie, et l'étude de l'un serait voué à une partielle stérilité, si l'étude de l'autre ne marchait pas de pair.

I

L'observation immédiate, qui établit des catégories tranchées, avait conduit à la conception de trois états des corps, que l'on pourrait appeler massifs. Sir W. Crookes en dénomma un quatrième, l'état individuel ou ordonné de la matière raréfiée. Et déjà la brillante synthèse de van der Waals, fondée sur les conceptions d'Andrews, avait enseigné la continuité de deux des états, dans le passage par le point critique, où la matière n'est ni un liquide ni un gaz, mais à partir duquel elle peut devenir l'un ou l'autre, par une modification infiniment faible de sa température.

Des observations beaucoup plus élémentaires auraient pu, depuis longtemps, montrer la continuité de l'état fluide et de l'état solide.

Un liquide est, dit-on, un corps qui prend la forme du vase qui le contient. Mais, que l'on y regarde de près. Si nous frappons un coup sec sur un morceau de glu marine, il éclate, et chacun de ses débris montre une cassure conchoïde; si nous le plaçons sur une table, nous le retrouverons tel au bout de quelques minutes, et ces deux observations nous autorisent à dire que la glu marine est solide.

Abandonnons maintenant ce morceau de glu, et prenons, chaque heure, une photographie de sa forme, puis faisons défiler toutes ces photographies dans un cinématographe. Nous aurons l'impression nette de l'étalement d'une grosse goutte d'eau, à cette seule différence près que les phénomènes d'inertie n'interviennent pas. L'expérience est intéressante, au simple point de vue cinématique, puisqu'elle nous donne une image de l'écoulement d'un liquide visqueux et dénué de masse.

Une balle de plomb posée sur un plan ne se déforme pas visiblement. Mais empilons des balles de plomb dans un tube d'acier. Pour peu qu'il ait quelques kilomètres de hauteur, le fond du tube se remplira complètement, exactement comme si, au lieu d'y mettre du plomb, nous y avions versé de l'eau.

Ainsi, solide ou fluide semble être une notion conventionnelle, qui dépend du temps ou des dimensions. Un corps possèdera toutes les propriétés du solide ou toutes celles du liquide, suivant que nous sommes un nain ou un géant, que nous sommes un homme pressé ou que nous possédons une patience à toute épreuve.

Mais la notion des états solide et fluide n'est pas seulement, semble-t-il, de pure convention; si nous faisons intervenir la température, nous pouvons établir en plus la continuité. Un fil de quartz, dont on connaît la merveilleuse élasticité, peut être chauffé graduellement, et atteindre l'état complètement fluide, sans qu'à aucun moment on puisse dire : ici il est solide, un peu plus haut il sera liquide.

II

Pour n'avoir pas voulu être dupes d'une illusion, ne nous sommes-nous pas trompés nous-mêmes? C'est ce qu'un examen plus approfondi des phénomènes va nous montrer.

Si, au lieu de la glu marine, du plomb ou du fil de quartz, nous avions pris simplement un cristal de quartz, nous ne l'aurions vu s'écouler ni sous l'action du temps, ni sous un notable effort. Et si celui-ci avait dépassé une certaine limite, le cristal se serait brisé. Nous ne l'aurions pas vu davantage se ramollir graduellement sous l'action de températures de plus en plus élevées; quelles que fussent les précautions prises pour le chauffer, nous l'aurions vu, au contraire, à une certaine température, éclater et se réduire en poussière. Et c'est en agglomérant cette poussière au chalumeau que nous aurions obtenu la matière première de ces fils dont M. C.-V. Boys a doté la Physique.

Nous pressentons, à l'examen de cet exemple, que, si les définitions classiques de l'état solide et de l'état liquide sont manifestement insuffisantes, au moins peut-il exister des cas dans lesquels aucun doute n'est possible; il est certains corps pour lesquels l'état solide n'est pas une fiction.

Sur la pente de cette synthèse facile et séduisante, mais dangereuse, que nous venions de tenter, M. H. Le Chatelier a crié : *Prenez garde!* Et son argument, développé avec un talent consommé par M. Tammann, a apporté une subite clarté en un domaine naguère encore très obscur.

III

Jusqu'ici, notre examen de la matière est resté limité à ses propriétés mécaniques; il est donc incomplet, et notre jugement s'en est ressenti. La matière dont est fait le fil de quartz se comporte, vis-à-vis des déformations permanentes tentées à la température ordinaire, sensiblement comme le cristal de quartz, et c'est seulement lorsque nous l'échauffons que la différence apparaît. Mais la raison pour laquelle elle s'est manifestée est précisément celle qui a servi à fonder une distinction bien tranchée entre deux états apparemment solides des corps : l'un des états du quartz est l'état cristallin, l'autre est l'état amorphe.

C'est là qu'est la vraie discontinuité; c'est là que tous les genres d'investigation, pourvu qu'ils s'élèvent un peu au-dessus de l'expérience la plus vulgaire, font apparaître des différences que rien n'égalise.

La matière peut être ordonnée ou désordonnée. Ses molécules peuvent être disposées en des ensembles symétriques, ou bien elles peuvent être distribuées suivant les lois du hasard, sans qu'aucun groupement déterminé se manifeste. Lorsqu'une ordonnance précise a présidé à la constitution du corps, toutes ses propriétés la révèlent. Les paramètres élastiques, le chemin que décrit la lumière, la propagation de la chaleur et de l'électricité, tout, jusqu'à la forme extérieure qui, la première, attira l'attention sur ces jeux de la Nature, indique une organisation supérieure, où tout concourt à l'harmonie de l'ensemble.

La matière amorphe, c'est, de tous côtés, l'indifférence complète. C'est la foule qui se groupe ou se disloque, grossit ou s'écoule, sans qu'une joie ou une douleur survienne. Le cristal, c'est le cercle de la famille, où l'on regrette l'absent, où la douleur est partagée, où la joie est intime. Et cette solidarité dans la matière cristalline est si frappante que M. Brillouin a pu émettre cette géniale hypothèse : les actions capillaires sont plus faibles au dehors d'un cristal qu'au contact du même corps à l'état amorphe. C'est que, dans le premier, comme au foyer familial, l'intérêt se concentre; il en reste moins pour l'extérieur.

Mais quittons la fiction. Aussi bien, sans poursuivre le parallèle, il se présentera de lui-même à notre esprit.

J'ai tenté de montrer combien est souvent illusoire la distinction élémentaire entre les états solide et liquide. Celle que nous venons d'établir la remplace par une distinction de nature plus élevée, qui souvent classe les corps comme autrefois, mais souvent aussi rompt les anciens groupements.

Un corps peut exister sous un grand nombre d'états divers. Chacun d'eux possède un domaine particulier d'équilibre, défini par un ensemble de valeurs simultanées des agents extérieurs : pression, température, champ lumineux, champ électrique, champ magnétique. La plupart des recherches se sont limitées aux deux premières de ces actions, parce qu'elles sont les plus évidentes et les plus générales. L'expérience permet de tracer la courbe joignant les couples de valeurs de la pression et de la température qui séparent deux états d'un corps. Dans le champ inférieur existera un certain cristal, dans le champ supérieur un autre cristal. Le champ qui surmonte tous les autres est généralement celui de l'état amorphe. Le passage est une ligne de transformation, dont la fusion proprement dite n'est qu'un cas particulier.

Il semble que le passage à l'état amorphe, que nous nommerons par extension la fusion, se produise toujours dans les mêmes conditions, et sans aucun de ces retards très fréquents dans le retour à l'état cristallin. Pour produire le cristal, au contraire, il faut un noyau, qui grossit aux dépens de la matière environnante ; les noyaux ont, en général, une très faible tendance à se former au voisinage de la température de fusion, et il faut descendre beaucoup plus bas pour les voir se produire en grand nombre. Au contraire, comme l'a montré M. Tammann, la tendance à l'accroissement des noyaux augmente sans cesse à mesure que la température s'élève, jusqu'au point de fusion lui-même, où brusquement elle se renverse ; les noyaux se détruisent alors, en même temps que les cristaux déjà formés.

Le refroidissement rapide d'un corps peut lui permettre de traverser la région de facile cristallisation sans que les groupements se forment. La substance surfondue arrive alors à une température basse sans abandonner l'état amorphe, et peut devenir très dure par augmentation progressive de la viscosité. Le corps a toutes les apparences d'un solide, et il est réellement un solide dans le sens de l'ancienne définition ; mais il n'est pas un solide vrai, parce qu'un échauffement le ramène, sans aucune transformation brusque, à l'état fluide. Telle est la condition d'existence du fil de quartz, qui, au point de vue physique profond, et non pour le chimiste ou le mécanicien, est beaucoup plus éloigné du quartz cristallisé, que du verre, de la glycérine ou même de l'eau.

Ainsi s'explique, sans la plus légère difficulté, la fusion pâteuse, qui est la simple diminution graduelle de la viscosité, conformément aux lois depuis longtemps connues dans les liquides.

Le plus souvent, les corps présentent, aux températures basses, une complète inaptitude à changer d'état. Si nous nous éloignons de la cristallisation pour envisager la dissolution, les exemples abonderont.

Un verre à l'or, refroidi brusquement, reste indéfiniment incolore. Réchauffé, il prend la belle couleur pourpre qui le fait rechercher, et qu'il doit aux grains du précieux métal, agglomérés en masses ultramicroscopiques séparées de la solution.

La trempe de l'acier fixe, aux températures basses, la solution particulière de fer et de carbone stable au rouge, alors que le recuit, ou simplement le refroidissement lent, permet la transformation et livre des métaux doux. L'addition du tungstène à l'acier a pour effet de donner à la transformation une extrême lenteur, ce qui assure la conservation du carbone de trempe, même lorsque le passage par les températures de transformation s'est produit par refroidissement à l'air.

La multiplication des citations est superflue. Celles qui précèdent constituent d'intéressants exemples de ce que peut l'instinct du praticien pour enseigner des procédés industriels d'une grande importance bien avant que la science soit susceptible d'en donner la théorie complète.

Toutefois l'investigation scientifique, dans ce domaine, comme dans tant d'autres, n'a pas été superflue, et c'est avec le guide sûr du diagramme des états que l'on est arrivé, par exemple, à la découverte des propriétés industrielles du bronze trempé.

IV

Revenons à la cristallisation. M. Amagat, M. Spring, M. Tammann ont consacré, à la variation de ce phénomène sous l'action de la pression, d'admirables expériences, qui ont transformé nos idées sur les états de la matière.

Je ne résiste pas au plaisir de citer deux résultats particulièrement frappants obtenus par M. Tammann.

Nous nous considérions comme suffisamment renseignés lorsque nous connaissions les trois états de l'eau : la glace, l'eau liquide et la vapeur d'eau. Mais, si l'on refroidit la glace jusque vers — 60°, et qu'en même temps on la soumette à une pression de l'ordre de 2.000 à 3.000 atmosphères, on voit, au bout d'un instant, sans que l'on ait modifié son

volume, la pression s'abaisser graduellement de 600 à 700 atmosphères, et se fixer à une valeur nouvelle, indiquant qu'une transformation complète vient de s'accomplir.

Effectivement, la glace ordinaire s'est alors muée en une variété plus dense que l'eau, glace normale, qui se rencontre avec la glace anormale ordinaire et l'eau elle-même en un triple point, dont les conditions sont définies par — 22° et 2.200 atmosphères. La température de fusion de cette glace nouvelle monte naturellement en même temps que la pression; elle atteint — 17° sous 3.500 atmosphères, et l'on peut prévoir qu'en poussant plus loin l'expérience, on retrouverait son point de fusion à 0° un peu au delà de 10.000 atmosphères.

L'autre expérience, également instructive, se rapporte à un corps beaucoup moins répandu : le chlorure de phosphonium.

Aux pressions et aux températures ordinaires, ce corps est gazeux. Sous pression, il se solidifie et peut, comme l'acide carbonique, exister en cristaux baignés dans leur vapeur; mais aussi il peut exister à l'état liquide, et M. Van't Hoff a fixé sa température critique à 50°. Or, M. Tammann a pu suivre sa courbe de fusion jusqu'à 102° et 3.040 atmosphères, et rien n'indique la proximité d'un arrêt dans cette courbe.

Voilà donc un corps qui reste solide à une température incompatible avec son état liquide. Le passage par sa température critique n'est, d'ailleurs, marqué par aucune inflexion dans la courbe de fusion, ce qui montre bien la réelle continuité des états liquide et gazeux.

Ce résultat peut paraître paradoxal. Nous avons l'habitude d'admettre comme évident qu'un corps ne peut pas être solide à une température au-dessus de laquelle il lui est impossible d'exister à l'état liquide. Mais, pour peu que nous réfléchissions, nous nous apercevons que cette croyance n'est fondée sur rien, sinon sur un instinct qui, dans ce cas, était trompeur; le résultat de M. Tammann, si surprenant qu'il soit, n'a donc rien de contradictoire avec les faits connus, et doit même être très général.

Dans ces deux expériences, il a suffi, sans s'écarter des températures atteintes avec la plus grande facilité, d'élever la pression jusque vers 3.000 atmosphères pour découvrir un domaine nouveau, que rien ne faisait pressentir; pour voir l'eau, par exemple, que nous croyions si bien connaître, devenir protéique, et abandonner la forme cristalline dont l'anomalie possède, pour notre vie sur la terre, une importance capitale.

Mais ce sont, dira-t-on, des conditions exceptionnelles, et dont l'intérêt, de pure curiosité scientifique, est limité au laboratoire, puisque nous ne rencontrons pas, à la surface de la Terre, de pressions comparables à celles qui ont produit ces singuliers phénomènes.

Pensons-y un instant. S'il est vrai que la surface de notre Terre et son voisinage immédiat présentent pour nous le maximum d'intérêt, nous ne saurions laisser hors du domaine de nos investigations les couches profondes de notre Globe, où s'élaborent, comme en un gigantesque creuset, les substances qui, de temps à autre, transsudent au travers de ce qu'on est convenu d'appeler l'écorce terrestre, ce creuset dont les légers soubresauts causent les effrayants séismes qui rappellent à l'humanité combien est peu de chose sa puissance.

Il suffit de descendre à une dizaine de kilomètres au-dessous de la surface du sol pour rejoindre l'ère des pressions dont nous venons de parler. Mais que se passe-t-il à 100 kilomètres, à 1.000 kilomètres, au centre de notre globe, où la pression est de l'ordre d'un million d'atmosphères; au centre du Soleil, où elle est mille fois plus grande?

Ce sont là des questions auxquelles notre connaissance de la matière est impuissante à répondre; et tout ce que nous pouvons faire, après nous être humiliés de savoir si peu de chose, est de chercher à obtenir quelques vues latérales vers ce domaine que nous ne pouvons pas attaquer de front.

V

Mais, avant d'aller plus loin, il convient de revenir encore en arrière, et de nous demander si, en admettant maintenant la discontinuité des états cristallisé et amorphe, nous n'avons pas été dupes des mêmes illusions qu'en voulant montrer la continuité des états solide et liquide. Voici une expérience, exécutée il y a quelques années par M. Clemens Schäfer, et qui peut donner à réfléchir.

On sait que, dans les liquides, ou dans les corps qui éprouvent des déformations permanentes sans réactions élastiques linéaires, le coefficient de Poisson, de la contraction transversale à l'allongement, est égal à 1/2, condition nécessaire pour que la déformation se produise sans changement de volume. Or, si l'on détermine les variations des paramètres élastiques d'un fil métallique aux températures basses, et que l'on extrapole jusqu'à ce que le coefficient de Poisson atteigne la valeur 1/2, on trouve une température qui, aux incertitudes près de l'extrapolation, se confond avec la température de fusion.

La fusion, qui est un phénomène bien défini pour les métaux, serait donc une conséquence continue de la variation des paramètres élastiques.

N'insistons pas, pour le moment, sur ce doute, et cherchons à l'éclaircir en étudiant d'autres expériences.

Le regretté Kahlbaum exposait, à Fribourg, il y a environ six ans, les résultats extrêmement curieux obtenus par la compression d'échantillons de divers métaux. Il s'agissait de corps très purs obtenus par distillation dans le vide, suivant la belle méthode qu'il avait si complètement élaborée. Les échantillons, sous la forme de petits cylindres bien polis, étaient soumis, dans l'huile de ricin, à une compression poussée graduellement jusqu'à 20.000 atmosphères. Or, après une augmentation de la densité sous les pressions de poussées jusqu'à parfois 10.000 atmosphères, il observa, dans la majorité des cas, sous des pressions plus fortes, une diminution consécutive de la densité, faible, mais bien supérieure aux erreurs possibles des observations.

En même temps, les corps avaient changé de forme : ils s'étaient allongés ou raccourcis, bien que soumis à des pressions rigoureusement hydrostatiques; leur surface s'était dépolie et présentait un aspect comme tourmenté. Kahlbaum ébaucha une théorie de ces phénomènes; mais le moment était un peu prématuré, et la solution devait être attendue de nouvelles expériences. Elles furent entreprises, après entente avec Kahlbaum, par M. W. Spring, l'éminent professeur de Liége, auquel l'étude des hautes pressions est redevable de tant de contributions de premier ordre.

Les expériences de M. Spring furent exécutées dans des conditions un peu différentes de celles de Kahlbaum. Les métaux furent forcés au travers d'un petit trou, de manière à subir un pétrissage sous d'énormes pressions. Les résultats de Kahlbaum furent d'abord brillamment confirmés : la densité des échantillons étudiés se trouva diminuée de quantités notables, atteignant par exemple 2 °/₀₀ dans le cas de l'argent. Un seul métal fit exception, le bismuth, dont la densité était augmentée.

Ce métal, d'ailleurs, se comporta de la plus singulière façon. On sait combien il est aigre et cassant. Or, le fil sorti de la filière par compression était tellement souple qu'il put être noué sans manifester la moindre tendance à la rupture. C'était un nouveau bismuth, encore inconnu, que M. Spring avait réalisé.

Mais les métaux pétris pouvaient revenir à leur état primitif; il suffisait, pour cela, de les chauffer. Leur surface, polie, devenait alors rugueuse; la densité première se retrouvait sensiblement; bref, l'effet des compressions était complètement annulé.

Ne sommes-nous point en plein paradoxe? Un métal passé à la filière sous une énorme pression est souple; le recuit le rend cassant. Un autre perd de sa densité par le fait de la pression; recuit, il la reprend.

Essayons donc une hypothèse, que, d'ailleurs, confirment immédiatement les observations métallographiques de M. Beilby. Supposons que, par la trituration sous forte pression, les métaux passent, au moins dans une forte proportion, à l'état amorphe. Le recuit devra les ramener à la structure cristalline, qui est leur forme naturelle aux températures inférieures à celle de leur fusion. S'ils conservent, en général, l'état amorphe, auquel le pétrissage les a amenés, c'est parce qu'aux basses températures les transformations sont d'une lenteur extrême.

Si nous suivons les conséquences de cette hypothèse, le paradoxe s'évanouit, et tout devient clair. On sait que les métaux étudiés diminuent de volume en se solidifiant, à l'exception du bismuth qui se dilate; l'état amorphe apparemment solide étant continu avec l'état liquide, rien n'est plus mystérieux dans les résultats de M. Kahlbaum et de M. Spring. L'expérience de M. Clemens Schäfer n'éveille plus un doute de principe, et tout ce qu'il reste à faire est de préciser l'état, insuffisamment défini, des fils dont il s'est servi. Le phénomène n'est pas simple, mais on ne peut plus l'opposer à l'idée de discontinuité des états cristallin et amorphe.

Un diagramme de M. Tammann aurait pu faire pressentir les résultats que je viens de rapporter.

Dans l'immense majorité des cas, le cristal est plus dense que l'amorphe dans lequel il prend naissance; mais ce dernier est plus compressible, de telle sorte que, sous de très fortes pressions, la différence des densités tend à diminuer. Comme conséquence nécessaire, la température de fusion monte, avec une rapidité décroissante, en même temps que la pression. Pour de très fortes pressions, un maximum pourra être atteint, où la densité du cristal et de l'amorphe seront égales; et, pour des pressions encore plus fortes, la tendance à la transformation sera du cristal vers le corps amorphe. Cette transformation pourra se produire sous une pression hydrostatique, mais elle devra être énorme. La trituration, qui, en faisant glisser des cristaux, provoque leur désagrégation, multiplie fortement cet effet de la pression, et engendre les transformations que je viens de décrire.

Peut-être le fil n'est-il amorphe que jusqu'à une faible profondeur; mais comme, dans les torsions, l'action des couches extérieures est prépondérante, ce sont elles qui impriment leur caractère au phénomène.

M. Spring a poursuivi l'expérience. Il a trouvé que, entre le métal amorphe et la baguette cristalline, il se produit un couple hydro-électrique, dans lequel le métal amorphe entre en dissolution. Or, dans l'immense majorité des cas, le cristal se forme

avec dégagement de chaleur; cette expérience confirme donc bien le fait que les métaux flués, dont l'énergie interne est moindre, sont amorphes. A ce point de vue, le bismuth était encore exceptionnel, comme il l'est dans toutes ses propriétés.

Nous n'avons envisagé jusqu'ici que les corps purs; abordons les corps composés. M. Spring a montré que, sous pression, les combinaisons chimiques se modifient. Les doubles décompositions s'opèrent sans difficulté, comme dans les dissolutions. Bien plus, l'étude des sulfates acides lui a montré, dans tous les cas où ils avaient été soumis à de fortes compressions et à une trituration, une décomposition partielle, et souvent presque totale, en sulfate neutre et en acide sulfurique. Si l'on permet, pendant l'action mécanique, le dégagement de la partie la plus liquide des produits obtenus, on recueille le résidu. Sinon, la recombinaison s'opère, et le résultat échappe à l'observation.

VI

Il est à peine besoin de faire remarquer combien l'ensemble des expériences exécutées aux fortes pressions peut être précieux aux géologues[1].

Nous avons vu, sous une simple pression hydrostatique, les corps se déformer et céder, c'est-à-dire se comporter comme des liquides, puisque la différence des efforts tout autour était insignifiante.

C'est ainsi que tout doit se passer aux grandes profondeurs de notre Globe; les corps s'écoulent sans la moindre augmentation de l'effort, sous la plus petite dissymétrie. Il ne saurait, bien entendu, être question de creux et de vides; tout est absolument compact. La question de solidité ou de fluidité, dans le sens où nous l'entendons ordinairement, est oiseuse; la viscosité peut être énorme, mais les efforts sont dans la même proportion, et il n'y a rien de contradictoire avec les faits à dire que l'intérieur de la Terre est fluide, et en même temps rigide comme l'acier.

La considération de l'effet des fortes pressions est partout fructueuse dans les études géologiques. L'existence des éléments microscopiques, comme celle des mouvements généraux, s'en trouve singulièrement facilitée; c'est ainsi, par exemple, qu'on découvre, dans des roches qui ont flué, des cristaux minuscules dont on a tenté d'expliquer l'origine mystérieuse par une élévation locale de la température, peu probable en elle-même. On conviendra que l'explication de M. Spring est plus plausible.

[1] Il convient de citer, à ce point de vue, comme présentant un intérêt tout particulier, les belles expériences faites par M. C. Barus, dans le laboratoire du Geological Survey aux Etats-Unis.

VII

Jusqu'ici, nous nous sommes tenus sur le terrain solide des faits, et si, par-ci et par-là, quelques hypothèses ont été énoncées, elles étaient immédiatement accompagnées d'un tel cortège de vérifications, qu'elles ont pu être considérées comme des conséquences nécessaires des faits eux-mêmes. Mais abordons d'autres phénomènes plus cachés.

Celui qui domine l'époque actuelle, et dont la connaissance a le plus profondément modifié nos conceptions, la radio-activité, contient encore de profonds mystères.

Découverte par M. Henri Becquerel, la radio-activité fut, pour les physiciens, la source d'une joie sans mélange, jusqu'au jour où la mort tragique de Pierre Curie vint enlever à notre admirative affection le grand savant qui, avec la coopération de son admirable compagne, en montra toute l'ampleur et toute la puissance.

Dès le premier article de la *Revue générale des Sciences*, dans lequel Mme Curie exposait, en 1899, le travail noblement accompli à deux, les diverses hypothèses par lesquelles on pouvait essayer d'expliquer le mystère nouveau étaient déjà indiquées. Il en est une qui a survécu, et dont beaucoup d'expériences faites depuis lors tendent à prouver l'exactitude.

Les faits sont bien connus de tous; il suffit de les rappeler sommairement. Le radium, en émettant des rayons α, β et γ, dont les deux premiers sont enlevés à sa propre substance, se détruit, en donnant naissance à une émanation, qui subit à son tour des transformations en cascade. Le dernier terme de cette désintégration successive est l'hélium, suivant la brillante découverte de Sir W. Ramsay et M. Soddy.

Depuis le radium jusqu'à l'hélium, les produits sont de nature matérielle, mais ils sont tous instables, et rayonnent en se simplifiant graduellement. Le radium lui-même se détruit, et l'étude de sa radio-activité a montré qu'en 1.300 ans la moitié de toute parcelle de radium a été transformée[1] en des corps inférieurs. En 26.000 ans, une quantité donnée de radium est réduite au millionième.

Comment se fait-il, dès lors, qu'il existe encore, sur terre, des quantités appréciables de radium? La Terre, tout entière supposée en radium, serait ramenée à 1 kilog, en mille siècles, période encore bien peu étendue dans la vie d'un monde.

Méditons cette singulière constatation de M. Boltwood : dans tous les minerais d'uranium, la proportion de ce corps au radium est constante dans les limites des erreurs d'observation.

[1] Voir RUTHERFORD: *Radioactivity*.

Dès lors, l'explication est aisée; le radium est produit par l'uranium, comme l'hélium par le radium, avec les stades intermédiaires.

La période de destruction de la moitié de l'uranium est évaluée à 600 millions d'années. Puis vient, après un stade intermédiaire (l'actinium?), et peut-être un deuxième, le radium, dont la vie est relativement longue, tandis que les corps suivants, jusqu'à l'hélium, ne font que passer. Telle est la raison expérimentale pour laquelle la recherche de la radio-activité dans l'uranium ne donne que du radium. Pour isoler les produits suivants, il faut pouvoir opérer déjà avec une forte concentration.

VIII

Si les constatations qui précèdent ne nous disent rien des causes profondes de la radio-activité, au moins sommes-nous renseignés sur la source du radium. Il se constitue sans cesse aux dépens de l'uranium, et la quantité que la Terre en contient dépend uniquement de la quantité de l'uranium et de la rapidité des deux désintégrations, dont l'une produit le radium, tandis que l'autre le détruit.

Cette théorie nous montre la stabilité d'une transformation qui peut durer sans changement depuis bien des millions d'années. Une telle évidence pourrait nous trouver satisfaits de l'immense chemin parcouru en moins de dix ans, grâce à la sagacité d'un nombre très grand de chercheurs attachés à ces difficiles questions. Mais c'est de l'homme de science plus que de tout autre peut-être que l'on peut dire la parole du poète : « Borné dans sa nature, infini dans ses vœux ».

Revenons donc sur nos pas. Curie a montré que la radio-activité est pratiquement indépendante de la température entre des limites étendues. M. Schuster vient de constater que, jusqu'à 2.000 atmosphères, elle ne dépend pas de la pression. Qu'est-ce à dire? C'est que, dans l'intervalle dans lequel on a opéré, et au degré de précision des mesures, les variations du phénomène sont insensibles. Mais, pendant longtemps, on a ignoré la dilatation des métaux et même la compressibilité des liquides. Et pourtant, maintenant que nous savons opérer mieux, nous voyons la chaleur et la pression produire de considérables changements dans le volume des corps, préludant aux transformations de leur structure. Pour trouver une action sur les phénomènes radio-actifs, il faudrait sans doute faire des mesures beaucoup plus précises, et pousser beaucoup plus loin les actions extérieures.

Lorsque Kirchhoff et Bunsen eurent rassemblé et complété des observations éparses et créé l'analyse spectrale, la Physique put vivre pendant un temps sur cet axiome : à tout corps correspond un spectre unique. Puis surgirent les variations des spectres. Alors intervint la théorie de la cloche; car, les physiciens le savent très bien : qui n'entend qu'une cloche entend plusieurs sons. Enfin l'étude des spectres stellaires montra la disparition constante de certaines raies formant des séries régulièrement ordonnées, et l'on comprit que l'atome pouvait subir de grandes simplifications. Sir Norman Lockyer avança la théorie des protométaux, corps dont l'atome est résulté, par une dissociation partielle, de ceux que nous connaissons. A la température extrêmement élevée atteinte par une étoile telle que ζ de la Poupe, M. Pickering a pu observer une série de raies dont les positions sont rigoureusement rendues par la formule de Balmer, dans laquelle il suffit de remplacer par des nombres impairs les arguments pairs qui rendent si parfaitement les raies de l'hydrogène terrestre[1].

Les températures les plus élevées que nous puissions produire semblent impuissantes à engendrer les décompositions intra-atomiques; et, cependant, les astres brillants nous en offrent de nombreux exemples.

Qui sait maintenant ce que peuvent produire les formidables pressions de l'intérieur des astres? L'uranium se trouve dans des terrains éruptifs, dont certaines parties peuvent remonter de très grandes profondeurs. Nous savons qu'à l'intérieur de notre globe, la viscosité est énorme, alors que la pesanteur diminue à mesure que l'on s'approche du centre. Des corps très denses peuvent donc être entraînés par des courants généraux dus soit à la contraction de l'écorce, soit aux actions newtoniennes des astres, soit même à des cristallisations produisant des changements locaux du volume de la matière. L'or, le platine, l'iridium sont rares dans les couches superficielles de la Terre. Si des remontées n'étaient pas possibles, ils en seraient absents.

Venu de très grandes profondeurs, l'uranium aurait été soumis à de formidables pressions, et à une trituration dont nous ne pouvons nous faire aucune idée. Qui nous empêche, dès lors, d'admettre, à titre de simple hypothèse, que ces pressions ont pu être la cause même de sa formation? Les pressions réalisées dans les laboratoires n'ont pas, il est vrai, modifié l'atome; mais combien elles sont infimes, comparées à celles que nous offre l'intérieur des astres! Le rapport des températures atteintes est beaucoup moindre dans les étoiles brillantes et dans l'arc électrique que celui des pressions réalisées par la Nature et celles que nous pouvons produire. Et, pourtant, les astres offrent à

[1] M. W. Ritz a réussi à rendre compte, par un mécanisme simple, de la transformation du spectre de l'hydrogène.

notre observation des phénomènes que l'expérimentation sur terre n'eût pu nous laisser soupçonner.

Si la pression était la cause principale de la formation de l'uranium, la prodigieuse énergie de la radio-activité serait une simple restitution. Elle ne serait autre qu'une petite partie de l'énergie de condensation de notre Terre, que l'on croyait à jamais dissipée par rayonnement, alors qu'une radio-activité extrêmement faible des roches suffirait à compenser la chaleur que la Terre perd constamment dans les espaces célestes.

Ainsi, la Nature aurait fait une sage épargne. Elle se serait imposé à elle-même un taux de dépense prolongeant presque à l'infini la vie terrestre.

Il y a près de deux siècles, Buffon, étudiant le refroidissement d'une boule de fer et d'une boule de verre, voulut conclure à l'évolution des températures de notre globe. Examinée dans nos idées modernes, cette expérience était enfantine, mais au moins c'était déjà une expérience; elle ne faisait pas remonter très haut la vie sur la Terre, et prévoyait sa fin dans un avenir rapproché. Les calculs de Poisson, les théories énergétiques de Lord Kelvin et de Helmholtz nous ont donné de plus vastes espoirs, et ont révélé l'une des causes de la conservation des températures dans les astres : la contraction de leur matière due aux forces newtoniennes et les combinaisons chimiques ordinaires. On en était là il y a dix ans, lorsque l'étonnant phénomène de la radio-activité vint brusquement donner à nos réflexions une impulsion nouvelle et susciter de plus lointaines espérances.

C'est ainsi que la science, avec ses tâtonnements, avec ses erreurs mêmes, s'approche constamment de la vérité, et nous apporte le réconfort avec le savoir.

L'ascension est souvent rude, le chemin se perd, puis se retrouve. Mais lorsque, du sommet atteint par tant de labeurs accumulés, nous apercevons au loin le point de départ, nous ne pouvons nous défendre d'un peu d'orgueil pour cette humanité qui, montant de plus en plus haut, découvrant les larges horizons des forces naturelles qu'elle apprend à asservir, accomplit sur terre sa glorieuse destinée [1].

Ch.-Ed. Guillaume,
Directeur-adjoint du Bureau international des Poids et Mesures.

LES CONDITIONS D'EXERCICE DE LA RADIOGRAPHIE APPLIQUÉE AU DIAGNOSTIC MÉDICAL

Dans sa séance du 16 janvier 1906, l'Académie de Médecine avait émis l'avis que l'application médicale des rayons Röntgen devait être réservée aux seuls docteurs en médecine, officiers de santé ou dentistes diplômés (en ce qui concerne la pratique odontologique), parce que seuls ils seraient capables de tirer des résultats l'interprétation qui intéresse le diagnostic et le traitement des maladies, parce que l'emploi des rayons Röntgen peut déterminer des accidents graves, et que certaines pratiques peuvent créer un danger social.

I. — La question pendante devant l'Académie de Médecine et l'Académie des Sciences.

Le danger social invoqué par la Commission chargée d'étudier cette question à l'Académie de Médecine consisterait dans la possibilité de stériliser des êtres humains par des applications de rayons X.

Dans la discussion du Rapport de cette Commission, M. Pinard montra que ce danger ne pouvait résulter des examens radiographiques effectués sur la femme.

Le 6 août 1906, M. le Professeur Bouchard présentait une Note de M. le Dr Roulier, dans laquelle ce dernier concluait que la stérilité était vraisemblablement impossible à déterminer chez la femme.

La Commission s'était fondée sur des expériences dont les sujets étaient le rat, la lapine, et en avait généreusement étendu les conclusions à l'humanité, sans se préoccuper des conditions qui avaient présidé à ces essais, sans tenir compte des différences que l'Anatomie comparée a permis de constater entre ces divers êtres.

De même, au sujet des accidents graves, la Commission confondit la radiothérapie, la radiographie et la radioscopie sous le terme général de radiologie. Cette confusion conduisit l'Académie de Médecine à émettre un avis assez mal fondé. En effet, « ce n'est pas exercer la médecine que de radiographier un sujet; et la personne qui, en ce

[1] Discours prononcé à la Réunion de la Société helvétique des sciences naturelles, tenue à Fribourg, le 31 juillet 1907.

faisant, *contribue au diagnostic* de la maladie, n'est pas plus répréhensible que le pharmacien ou le chimiste qui exécute l'analyse des urines, que l'histologiste ou le bactériologiste qui pratique l'examen d'une pièce, d'un liquide pathologique, de crachats[1] ». Personne ne conteste que la radiothérapie, mode de traitement par les rayons X, ne soit essentiellement du domaine médical. Mais les opinions sont des plus diverses en ce qui touche les applications des rayons X au *diagnostic*, et la question vient d'être posée par le Gouvernement à l'Académie des Sciences en ce qui concerne la radiographie.

Or, cette question offre un très grand intérêt social. Le médecin, pour l'établissement de son diagnostic, doit utiliser tous les renseignements que peuvent lui fournir des sciences très diverses; il recourt aux indications d'analyses chimiques qu'il peut être dans l'impossibilité d'effectuer lui-même; il fait état des résultats des examens radiographiques; doit-on en conclure que toutes les sciences qui sont la base de ces procédés sont, comme le diagnostic et la prescription du traitement, exclusivement du domaine médical, ainsi que beaucoup de médecins le prétendent en ce qui concerne la radiographie?

La radiographie est dangereuse! disent-ils.

Entre des mains inexpérimentées seulement, leur répond-on[2]. Et n'est-il pas évident que tel est le plus souvent le cas chez le médecin?

II. — L'éducation médicale confère-t-elle au médecin quelque compétence dans la pratique des sciences « accessoires »?

En considérant l'éducation médicale, il est facile de constater que l'établissement du diagnostic repose principalement sur les signes cliniques, c'est-à-dire sur l'observation *directe* des symptômes. Aussi les praticiens demandent-ils surtout le perfectionnement de l'enseignement clinique. Les médecins radiologistes, ainsi que l'Académie de Médecine elle-même, conçoivent l'application des rayons X comme un adjuvant que l'on ne doit appliquer qu'à la *suite* de l'examen clinique[3].

En toute occasion, c'est à cet examen ressortissant de leur compétence que les médecins accordent une importance dominante. L'investigation radiographique comme les recherches histologiques ou bactériologiques ne sont guère pratiquées que par un tout petit nombre de spécialistes, et seulement à titre d'enquêtes complémentaires. Il en est de même pour les analyses chimiques; sauf pour quelques analyses qualitatives en vue de déceler, par exemple, l'albumine dans les urines, les médecins, dès que le recours à la Chimie devient nécessaire, se voient obligés de faire appel aux chimistes de métier, seuls pourvus du savoir et de l'outillage scientifique requis.

Aussi les médecins considèrent-ils la Physique, la Chimie, voire la Physiologie comme des sciences *accessoires*; ils ne cherchent à en connaître que les éléments dont ils auront besoin dans la pratique courante, ce qui leur est strictement nécessaire à l'intelligence du fonctionnement de notre organisme. Ils effleurent l'Optique élémentaire pour acquérir un aperçu du mécanisme de la vision, et l'Acoustique pour saisir certaines conditions de l'audition. Ils demandent à ces sciences le minimum indispensable, se réservant pour l'*étude du malade*, qui est leur véritable domaine.

Le résultat d'une semblable préparation, c'est que le médecin muni de son diplôme vise, lorsqu'il se spécialise, l'application immédiate de méthodes physiques, chimiques et biologiques, que le plus souvent il n'a pas approfondies. Il prend en main un outil qu'il n'a pas suffisamment appris à manier. Lorsque l'emploi de ces armes est du domaine thérapeutique, quel que soit l'usage, même désastreux, qu'il en puisse faire, la loi lui accorde un pouvoir illimité; sa responsabilité n'est en cause qu'en cas de faute lourde.

III. — Comment les médecins pratiquent l'application des rayons X au diagnostic.

En ce qui concerne les analyses susceptibles de *contribuer à l'établissement du diagnostic*, la loi n'a établi aucune restriction : elle a laissé le champ libre à toutes les ignorances. De même, chacun a le droit de pratiquer la radiographie sans éducation préalable, et l'on a malheureusement constaté que l'exercice de ce droit, par des médecins insuffisamment éduqués en l'espèce, peut être grandement préjudiciable aux malades. Nous pensons donc qu'il y a lieu d'établir un principe général, réservant à des spécialistes, dont la formation serait une garantie pour l'exercice de leur fonction, les applications des sciences aux analyses, que ces spécialistes soient médecins ou non.

Les précisions, les compléments d'information, les démonstrations diverses que les sciences dites adjuvantes de la Médecine peuvent apporter au diagnostic doivent être le résultat d'examens pratiqués en toute liberté d'esprit, sans aucun égard aux suggestions de l'examen clinique, et en dehors de toute idée préconçue.

---

[1] *Semaine médicale*, 17 janvier 1906.

[2] M. Reynier : *Bulletin de l'Académie de Médecine*. Séance du 16 janvier 1906.

[3] Rapport de M. Chauffard. (*Académie de Médecine*, séance du 9 janvier 1906.)

Si ce recours aux sciences auxiliaires est pratiqué par un spécialiste improvisé et que ce soi-disant spécialiste se trouve être un médecin, il sera toujours enclin à mettre l'enquête scientifique sous la dépendance de la clinique. Nous en avons un exemple remarquable dans les applications des rayons X : tous les médecins ont multiplié leurs efforts pour donner la plus large place à la radioscopie (lecture *directe* sur l'écran fluorescent) parce qu'ils s'ingénient à rechercher une *confirmation* des signes cliniques, sans se préoccuper des conditions physiques et géométriques de l'examen, conditions sans lesquelles la méthode risque souvent de perdre, avec sa correction, toute légitimité. Ils oublient la partie scientifique de cette recherche pour ne porter leur attention que sur l'étude clinique du malade. Habitués à l'observation *directe*, ils conçoivent mal l'intérêt de la mesure *indirecte*.

C'est, tout au contraire, le principe suivant qui devrait être adopté :

Toutes les fois que l'on applique les sciences à la détermination d'éléments ou d'états organiques ou à l'analyse de phénomènes biologiques, on ne doit en exprimer les résultats en langage médical qu'après les avoir établis par les seules méthodes scientifiques, sans égard à la traduction clinique, aux conséquences que le diagnostic peut en tirer.

Il est intéressant d'examiner avec quelque détail les formes spéciales sous lesquelles peut être appliqué au diagnostic médical le principe général de la Radiographie, de comparer la valeur des différents procédés, de nous rendre compte des connaissances physiques requises pour opérer correctement et aboutir à des résultats dont le médecin puisse faire état. Nous allons aborder ces questions; nous nous demanderons ensuite dans quelle mesure les cliniciens, étant donnée leur éducation actuelle, sont capables de manier, dans le domaine radiographique, les méthodes et les appareils eux-mêmes.

Le médecin qui fait de la radioscopie cherche uniquement à voir « au travers du corps »; son but n'est pas, comme celui de l'homme de science, de réaliser la *mesure* de certains éléments organiques, mais seulement de constater « de visu » des anomalies qu'il a trouvées préalablement par les signes cliniques : auscultation, percussion, etc.

La radioscopie ainsi utilisée est évidemment médicale, mais elle n'offre au malade aucune garantie supplémentaire, et il est à craindre que, si les applications des rayons X étaient réservées aux seuls médecins, elles soient réduites à ce procédé empirique.

La supériorité des analyses scientifiques consiste particulièrement en ce qu'elles fournissent des documents *impersonnels*. L'opérateur cherche toujours à employer les procédés enregistreurs dans lesquels l'équation personnelle de l'« individu », cause si importante d'erreurs, se trouve réduite au minimum. C'est pourquoi, dans les applications des rayons X à l'organisme, tous ceux qui font de la science préconisent l'usage de la radiographie, inscription photographique, donc objective des faits dans des conditions physiques et géométriques chaque fois déterminées.

IV. — Subdivision de la radiographie.

A ses débuts, la radiographie servit surtout à déceler la présence des corps étrangers dans l'organisme; elle s'occupa bientôt des anomalies des formes du squelette. Procédant sans méthode, ignorant les lois qui régissent la radiographie, on commença donc par effectuer des recherches ayant pour but une détermination topographique : ce n'est qu'après les travaux de MM. Benoist et Hurmuzescu que l'on comprit tout le parti que l'on pouvait tirer de la nouvelle méthode d'analyse, qui permet actuellement non seulement de connaître *la position et la forme* des éléments étrangers au milieu traversé, mais aussi d'évaluer les changements de ce milieu au point de vue de sa constitution, lorsque ces modifications sont liées à des variations de son opacité aux rayons X.

La radiographie fut alors appliquée à l'organisme comme méthode d'analyse quantitative. Tandis qu'au début on cherchait seulement à vérifier l'intégrité d'un os dans sa *forme*, on put tenter de connaître l'état de cet os, s'assurer s'il était ou non modifié dans sa *nature*, en appréciant, par exemple, sa teneur en calcium par comparaison avec la radiographie d'une même partie d'un sujet sain.

Les applications de la radiographie à l'organisme peuvent donc se subdiviser de la façon suivante :

1° *Radiographie topographique.* — L'opération a pour but de déterminer, soit une solution de continuité dans les os du squelette (fracture), soit une modification plus ou moins complète des rapports qu'affectent normalement les surfaces articulaires entre elles (luxations), soit la présence de corps étrangers dans l'organisme;

2° *Métroradiographie.* — L'opération a pour objet la détermination exacte de la distance de deux points du squelette ou de la position d'un corps étranger, par rapport à des points de repères pris sur l'organisme. Dans le premier cas, elle peut, par extension, être utilisée à la mensuration de tout organe susceptible d'être défini par la radiographie soit naturellement, soit artificiellement (exemple : l'estomac tapissé de sous-nitrate de bismuth).

3° *Radiographie quantitative.* — L'opération

réalise une analyse des milieux traversés par l'étude des opacités qu'ils présentent aux rayons X en fonction de leur épaisseur et de la qualité des rayons employés.

Pour effectuer cette recherche avec précision, il faut examiner les clichés à l'aide d'un photomètre.

V. — Radiographie quantitative.

Si Röntgen put observer le squelette de sa main au travers des parties molles, c'est, ainsi qu'on le reconnut plus tard, à cause de la différence de poids atomique entre les tissus traversés par ses rayons; c'est donc l'examen quantitatif qui doit figurer au commencement de cette étude, puisqu'il définit le principe sur lequel repose la nouvelle méthode d'investigation.

La radiographie quantitative est fondée sur les travaux de deux physiciens français, MM. Benoist et Villard. M. Benoist, en établissant les lois de cette méthode d'analyse, lui donna son principe; M. Villard en rendit l'application pratique par la réalisation de son tube de Crookes à osmo-régulateur, au cours de ses belles recherches sur les rayons cathodiques.

Les lois formulées par M. Benoist montrent que l'opacité spécifique que présentent les corps simples aux rayons X est fonction de leur poids atomique et de la qualité des rayons employés, quel que soit l'état de liberté ou de combinaison des atomes, quel que soit le mode de groupement atomique ou moléculaire des corps. M. Benoist définit ainsi la précision de ce mode d'analyse :

« *L'équivalent de transparence d'un corps simple, pour les rayons X, pris dans des conditions bien déterminées, constitue une constante, absolument caractéristique de ce corps simple*, sous quelque forme, sous quelque état qu'il se présente. En un mot, l'opacité spécifique pour les rayons X représente une nouvelle propriété additive de la matière, comme la masse, le poids atomique, la capacité calorifique atomique, avec l'avantage d'être indépendante de toutes les causes qui font varier cette dernière[1]. »

Toutes les fois qu'un état pathologique est lié soit à l'apport d'éléments de poids atomique différent de celui des constituants de l'organe, soit à la disparition d'éléments auxquels cet organe doit particulièrement son opacité aux rayons X (à cause de leur poids atomique), la radiographie quantitative renseigne utilement dès que l'on peut constater ces modifications au travers de l'organisme.

Elle permet donc aussi de suivre, dans les mêmes conditions, l'évolution d'une affection. Ses principales applications sont actuellement aux affections pulmonaires, à certaines affections osseuses et aux affections de l'appareil urinaire.

Enfin, elle est encore d'une grande utilité pour examiner soit un organe, soit des produits de concrétion (calculs), extraits de l'organisme; elle fournit, dans ce cas, un moyen d'étudier ces pièces en respectant leur intégrité.

Mais — et ceci est évident — cette recherche ne donnera des indications valables que s'il n'y a d'autre inconnue que celle de l'état organique à déterminer. Il est nécessaire que tous les facteurs qui participent à la formation de l'image soient définis chaque fois que le requiert l'interprétation du résultat; il est nécessaire d'en éliminer absolument toutes les interventions latérales, tous les éléments qui risqueraient d'entraîner des erreurs dans la discussion de la signification des résultats.

C'est pourquoi, en ce qui nous concerne personnellement, nous nous sommes efforcé tout d'abord de créer un dispositif permettant d'effectuer les examens de telle sorte que les causes d'erreurs provenant de l'opérateur soient réduites au minimum et que les causes perturbatrices pouvant résulter du sujet soient éliminées le plus complètement possible.

Dans la réduction des causes d'erreurs provenant de l'opérateur, il y avait lieu de considérer l'impression radiographique et les manipulations photographiques.

En ce qui concerne l'impression radiographique, il est nécessaire, ainsi que cela découle des lois de M. Benoist, d'effectuer l'examen en utilisant une qualité moyenne de rayons X *bien définie* et surtout, pour l'application à l'organisme, de pouvoir réaliser les examens de cas semblables dans les mêmes conditions. Il ne suffirait pas, en effet, de se placer dans des conditions différentes, rendues comparables entre elles par leur liaison suivant une loi déterminée, car, appliquées à ces recherches, les courbes d'isotransparence correspondant à des qualités différentes de rayons X nous apprennent que tels états pathologiques, qui se traduisent fréquemment par de très faibles différences d'opacité entre éléments organiques, peuvent être à peine décelés avec une qualité A de rayons, alors qu'une autre qualité B bien définie les met en évidence. Exemple : la tuberculose pulmonaire au début ne sera pas décelée si, pour radiographier le sujet, on utilise des rayons X d'un pouvoir de pénétration élevé.

La complexité de la recherche tient, en particulier, à ce qu'elle doit être faite au travers de tout l'organisme; elle ne permettrait pas, dans le cas de conditions opératoires seulement comparables, d'exprimer une conclusion.

[1] *Journal de Physique théorique et appliquée*, 1901.

C'est mû par cette pensée que, dès 1900, nous avions tenté d'établir un appareil de mesure des rayons X (métroradioscope)[1], c'est-à-dire, dans l'état des connaissances à cette époque, un appareil ayant pour but de contrôler le rendement d'un tube de Crookes, de telle sorte que nous puissions maintenir celui-ci pendant l'examen dans des conditions déterminées[2] et faire un nouvel examen correspondant à un cas semblable dans les mêmes conditions.

Bien que nous estimions beaucoup la valeur du radiochromomètre de M. Benoist, qui fut créé vers la même époque, nous avons continué à utiliser le métroradioscope parce qu'il permet d'apprécier à tout moment non seulement la qualité moyenne des rayons X (pénétration), mais aussi la quantité de rayons émis par décharge.

Nous lui avons adjoint un totalisateur des impressions radiographiques, que nous avons appelé radiophotomètre. Cet appareil comporte un châssis dans lequel on place une plaque photographique de même émulsion que la plaque placée sous le sujet. Cette plaque-échantillon, en quelque sorte, est impressionnée, pendant toute la durée de l'examen, au travers d'une échelle d'argent constituée par des lames dont l'épaisseur croît en progression arithmétique. Nous la développons en même temps et dans le même bain que la plaque utilisée pour le malade, et nous arrêtons l'action du réducteur sur cette dernière dès qu'une case, choisie à l'avance, de l'échelle enregistrée par la plaque radiophotométrique apparaît au développement. De cette façon, nous éliminons, dans les limites qu'impose la pratique, les écarts provenant de la différence qui existe entre les plaques photographiques suivant la nature et la qualité de l'émulsion choisie et aussi du mode de réduction appliqué. Nous employons, d'ailleurs, toujours la même formule de bain pour le développement et nous l'utilisons à une température constante de 18°.

Il suffit d'avoir étudié des clichés à l'aide d'un photomètre pour comprendre que ces précautions sont nécessaires et, quand on pense que les résultats de ces analyses doivent contribuer à l'établissement d'un diagnostic auquel est intimement liée la santé humaine, on reconnaît que ce sont là des conditions indispensables; car les affections les plus graves se traduisent fréquemment au début, en radiographie, par des aspects différant très peu de ceux qui correspondent à celui du sujet sain.

Nous venons d'exposer comment la plaque radiophotométrique sert de guide pour les manipulations photographiques. Elle peut encore être utilisée pour contrôler l'opération radiographique. M. Soret[1] avait démontré par l'analyse que, si l'épaisseur du milieu traversé croît en progression arithmétique, la quantité de rayons X transmis décroît en progression géométrique. Nous avons essayé de vérifier expérimentalement cette loi en utilisant nos échelles radiophotométriques et nous sommes arrivés à cette conclusion : *La progression géométrique obtenue est telle que le premier terme paraît être fonction de la quantité de rayons émis par la décharge et que la raison paraît être fonction de la pénétration (fonction inverse)*[2].

Cette conclusion explique comment nous pouvons, quand cela est nécessaire, vérifier si deux plaques radiophotométriques ont été impressionnées par des rayons X de même qualité moyenne, puisque le métroradioscope nous permet de maintenir l'état du tube constant pendant la durée de l'examen.

C'est aussi ce principe que nous avons appliqué pour établir des courbes définissant le temps de pose en fonction de l'épaisseur du sujet et de la région à examiner; et les nombreuses radiographies que nous avons réalisées d'après ces données sont venues confirmer nos prévisions.

Pour rendre plus pratique et plus précise l'exécution de l'examen radiographique, nous avons exprimé les temps de pose en nombres de décharges, et un tachydécompteur-disjoncteur[3], commandé par l'interrupteur, remplace ainsi la montre que l'opérateur devrait surveiller, tandis que cet appareil, sur lequel on marque à l'avance le nombre de décharges, rompt automatiquement le circuit au moment voulu.

Pour éviter les effets perturbateurs qu'apporterait la formation de halos (direct et secondaire), nous plaçons de chaque côté de l'organisme à radiographier des écrans métalliques qui sont constitués de façon à servir en même temps de moyen de contention, pour éviter tout déplacement du sujet au cours de l'examen[4].

Un autre facteur nuisible consiste dans l'influence de la chaleur humide à laquelle est soumise la plaque photographique lorsqu'elle n'est isolée du malade que par un enveloppement de papier. Pour éliminer cette action, nous plaçons la plaque dans un châssis en bois; nous obtenons ainsi un isolement suffisant entre le sujet et la plaque.

Une fois que l'examen radiographique proprement dit est effectué, il faut interpréter les ré-

[1] *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, n° 6, 1905.
[2] A l'aide de l'osmo-régulateur de M. Villard.

[1] Soret : Le tube de Crookes. Applications médicales et chirurgicales des rayons de Röntgen, 1903.
[2] Congrès international pour l'étude de la Radiologie et de l'Ionisation, Liége, 1905.
[3] *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, n° 6, 1905.
[4] *Ibid.*, n° 2, 1905.

sultats; et comme ceux-ci se manifestent par des différences d'opacité, l'interprétation ne peut en être vraiment précise que si l'on procède tout d'abord à une étude photométrique du cliché, puis que l'on formule des conclusions en fonction de la courbe d'isotransparence des milieux traversés correspondant à la qualité des rayons employés et des courbes d'épaisseur.

On ne peut interpréter le résultat radiographique qu'à la condition de tenir compte des facteurs physiques et géométriques qui en ont régi l'obtention; par conséquent, cette interprétation, comme l'exécution de l'examen, exige les connaissances que possède le physicien; elle ne peut s'exprimer en langage clinique que par comparaison avec une *radiographie* correspondant à un sujet sain, ou encore en comparant le dernier examen à d'autres précédemment effectués sur le même sujet, si l'on suit l'évolution de son affection [1].

Dans tous les cas, le résultat de la radiographie quantitative ne saurait être exprimé par comparaison directe avec l'organisme; car les rayons X définissent un état de celui-ci en fonction non seulement du poids atomique de ses éléments, *mais encore de la qualité des rayons utilisés.*

C'est pourquoi nous avons toujours soutenu qu'il y a lieu de considérer une anatomie et une pathologie *radiographiques* différant essentiellement de celles qui sont enseignées au médecin. Quant aux manipulations que doit effectuer l'opérateur, elles correspondent aux travaux que l'on exécute dans les laboratoires de Physique et avec lesquels le médecin n'est pas familiarisé. Le physicien, au contraire, par sa formation scientifique, par ses connaissances théoriques et pratiques des méthodes de mesure, est capable d'apporter dans l'analyse radiographique la précision et la prudence désirables. Il faut cette précision et cette prudence pour que cette recherche puisse éclairer le médecin traitant et l'aider à formuler son diagnostic.

[1] Application de la métroradiographie aux affections des voies urinaires. *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, 31 mai 1906, 31 janvier 1907.

VI. — Radiographie topographique. Métroradiographie.

Dans la radiographie quantitative, l'exactitude de l'analyse, ainsi que nous venons de le montrer, est intimement liée aux connaissances physiques et chimiques de l'opérateur. Dans les recherches topographiques, c'est la Géométrie qui occupe la place prépondérante. Là encore la Physique et la Chimie sont nécessaires pour obtenir la radiographie; mais celle-ci, quelle que soit la beauté de l'épreuve, n'aurait aucune valeur si l'opérateur n'avait pas tenu compte des lois géométriques qui régissent les projections coniques.

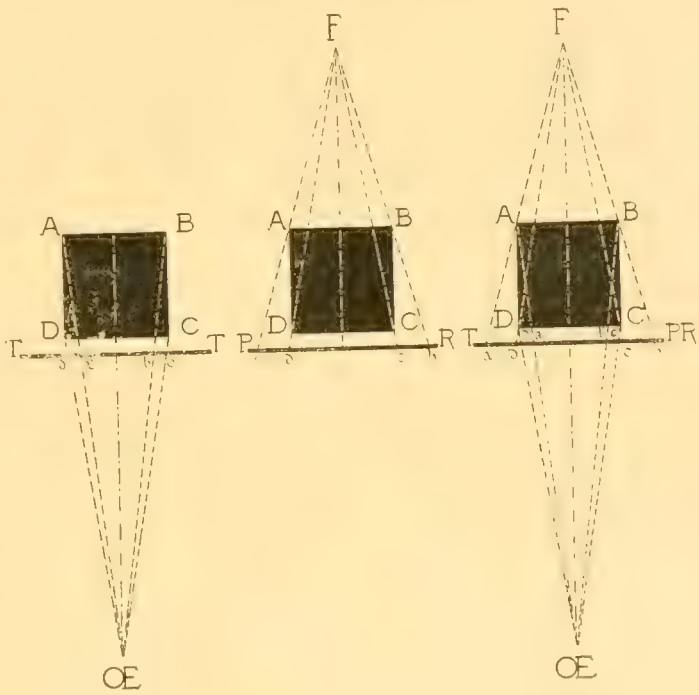


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

De même qu'en étudiant l'analyse quantitative, nous avons été amené à considérer idéalement une anatomie et une pathologie spéciales, où la définition de nos organes diffère de celle que connaissent les médecins et varie avec la qualité des rayons employés; de même, dans l'examen topographique, nous retrouvons une définition des formes organiques qui n'est pas celle de l'Anatomie et de la Pathologie médicales et qui varie aussi avec les conditions géométriques suivant lesquelles s'effectue l'examen.

Pour présenter avec plus de simplicité l'étude des règles qui servent de base à l'examen topographique, nous allons supposer que l'objet à radiographier est un cube.

Considérons la figure 2, dans laquelle ABCD représente le cube, PR le plan récepteur (plaque photographique ou écran fluorescent) et F le foyer d'émission des rayons X; l'observateur se trouve, par rapport à l'écran PR, du côté opposé au foyer F.

La face du cube figurée en AB, qui est la plus éloignée de l'écran, lui apparaîtra suivant *ab*, tandis que *dc* correspondra à la projection de DC qui figure la face du cube la plus voisine du plan PR. Ces deux projec-

tions sont plus grandes que les parties correspondantes de l'objet, et *cd* est elle-même plus petite que *ab*.

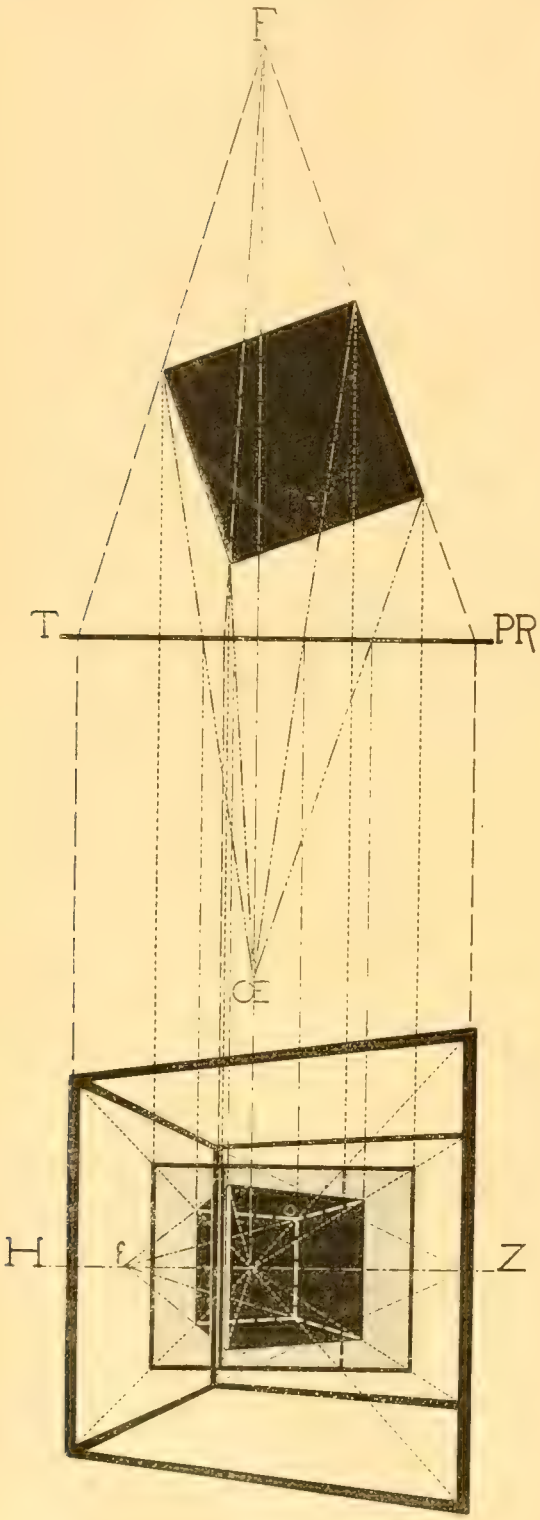


Fig. 4.

Par conséquent, si l'observateur fait un examen radioscopique, il devra se rappeler que les parties de l'organisme paraissent toujours plus grandes qu'elles ne sont réellement, sauf celles qui sont au contact de l'écran, et que cet *agrandissement* va en croissant au fur et à mesure que les parties considérées sont plus éloignées du plan récepteur; c'est la perspective radioscopique et radiographique.

Si, au contraire, l'observateur regardait ce cube en perspective aérienne, se trouvant en Œ (fig. 1), il le verrait au travers du tableau TT, et les différentes parties de cet objet donneraient des images plus petites qu'elles, sauf pour celles qui seraient au contact du tableau; cette *diminution* serait d'autant plus accentuée que les parties considérées seraient plus éloignées du tableau. En effet, ici c'est $a'b'$ correspondant à AB qui est plus petite que $d'c'$ correspondant à DC.

La perspective radioscopique ou radiographique est donc une traduction inverse de celle que donne la perspective aérienne. Or, tous instinctivement nous éprouvons quotidiennement cette dernière; c'est elle qui nous fait apprécier la distance qui nous sépare d'un point quelconque de l'espace. Lorsque l'observateur n'a pas reçu une éducation préalable, il est tenté de lire l'image radioscopique ou l'épreuve radiographique comme une reproduction de perspective aérienne, une photographie ordinaire; c'est ce qui explique pourquoi les médecins ne savent pas reconnaître le côté droit et le côté gauche du sujet lorsqu'ils sont en présence des épreuves radiographiques.

La figure 3 est le résultat de la superposition des figures 1 et 2; on peut y constater que nous avons placé le point d'observation Œ sur la même droite que le foyer F; cette droite correspond au rayon perpendiculaire au plan récepteur (rayon normal).

Comme cette question est très importante, nous avons, dans la figure 4, effectué le rabattement de plan et figuré en noir ce que donnerait la perspective aérienne, en grisé la projection orthogonale. La plus grande image, marquée en traits pleins, représente la projection radiographique du cube. On peut observer, à l'aide du tracé en pointillé, qu'il y a véritablement inversion entre la traduction perspective et la projection radiographique.

Ainsi, la perspective radiographique permet d'apprécier sur une épreuve la position qu'occupait l'organisme par rapport au plan récepteur au moment de l'examen. Il existe un second moyen de déterminer, d'après une épreuve, dans quel sens un organisme a été radiographié; comme le précédent, il est fonction de la distance qui sépare l'objet du foyer d'émission, mais il est la conséquence de la dimension de ce dernier. Le foyer des tubes de Crookes est constitué par une petite surface (1 à 3^{mm}); il en résulte que chacune des parties de l'organisme est traduite par une image « floue » (sauf pour les parties qui sont au contact de la

plaque), et, pour une même distance du foyer à la plaque, le flou est d'autant plus accentué que la partie considérée est plus éloignée de ce plan récepteur.

Grâce à ces deux procédés qui se contrôlent mutuellement, on peut toujours, lorsqu'on est en présence d'une épreuve radiographique de membres, par exemple, déterminer si la partie représentée appartient au côté droit ou au côté gauche du sujet; et, si l'épreuve représente le thorax ou le bassin d'un malade, savoir si celui-ci a été radiographié dans le décubitus dorsal ou ventral. Mais, comme l'image radiographique est une projection sur un plan, une seule épreuve ne donne qu'une définition incomplète du sujet; aussi, toutes les fois que la région le permet, doit-on effectuer deux radiographies suivant deux plans de projections; pour faciliter l'interprétation, on choisit, en général, deux plans formant entre eux un angle de 90°.

Lorsqu'il s'agit d'effectuer un examen des membres et de la tête, on les radiographie de face et de profil; les figures que donnent ces deux projections définissent complètement un état de l'organisme : on évite ainsi toute équivoque au moment de l'interprétation; de plus, ce sont les positions que l'on peut le plus facilement faire prendre au malade avec exactitude.

S'il est possible d'effectuer deux radiographies pour les membres et la tête, cela est, en général, impraticable pour le thorax et le bassin, à cause de l'épaisseur des sujets; et, cela fût-il possible, que, dans bien des cas (articulations de la hanche et de l'épaule), la superposition des plans organiques rendrait l'interprétation des plus difficiles.

Dans ce cas, il faut se rappeler, comme nous l'avons expliqué, que les parties de l'organisme les plus proches de la plaque donnent les projections les plus nettes. Cette règle est un guide précieux pour déterminer la position à donner au sujet; elle permet, en outre, de connaître, grâce à l'étude du « flou croissant », l'ordre de succession des plans organiques, les rapports des différentes parties du squelette quand il s'agit d'interpréter ce résultat. C'est une lecture des plus délicates que doit effectuer le spécialiste.

Mais, si la recherche porte sur la position qu'occupe un corps étranger ou sur la mensuration d'un organe, il faut avoir recours à la *métroradiographie*, qui permet, par l'exécution de deux radiographies (obtenues d'une manière analogue aux radiographies stéréoscopiques), de réaliser matériellement l'épure dans l'espace. Les rayons issus des deux positions qu'avait occupées le foyer du tube au moment de l'examen sont réalisés par des fils, grâce à un dispositif que nous ne saurions décrire ici, et la position qu'occupait, pendant l'examen, soit un corps étranger, soit un point déterminé de l'organisme, est définie, par rapport à la plaque, par l'intersection des fils qui matérialisent les deux rayons projetants[1].

S'il s'agit de la mensuration d'un organe, du squelette, on peut donc, par cette méthode, trouver la distance vraie qui sépare deux points déterminés de l'organisme et ainsi, de proche en proche, mesurer tous les diamètres utiles.

Si le but de l'examen est de connaître l'emplacement d'un corps étranger, il sera possible, par ce procédé, de définir sa position par rapport à des points choisis sur l'organisme. Dans ce cas, afin de faciliter la recherche au chirurgien, nous avons créé un guide opératoire, constitué par un compas à trois branches, auquel on peut adjoindre une aiguille; l'extrémité de chaque branche correspond à un point de repère pris sur l'organisme. Le compas est relié d'une manière invariable au dispositif général qui sert à effectuer les radiographies; il occupe ainsi, pendant tout l'examen, une position constante par rapport au plan de réception.

Lorsque la position du corps étranger est déterminée dans l'espace, comme nous l'avons expliqué précédemment, l'aiguille que l'on ajoute au compas vient définir la situation du corps étranger par rapport aux trois branches de cet appareil et, par conséquent, par rapport aux repères choisis sur le sujet. On peut alors séparer le compas du dispositif général, et, au moment de l'intervention chirurgicale, il suffit de replacer les extrémités des branches de ce guide opératoire au contact des repères marqués sur la peau du malade (position qu'il occupait au moment de l'examen radiographique) pour que l'aiguille indicatrice fournisse au chirurgien la profondeur à laquelle se trouve le corps étranger dans la direction choisie[2].

Cette méthode, qui a pour but de reconstituer réellement l'épure dans l'espace, utilise, ainsi que nous l'avons dit, deux projections obliques. De telles images ne sont toujours utilisables que dans ces recherches spéciales, parce que la position du foyer par rapport à la plaque est repérée et que la construction géométrique qui conduit au résultat peut être effectuée sans erreur. Mais il ne faut pas généraliser l'emploi des projections obliques; on ne doit les utiliser, en dehors de la métroradiographie, que comme des enquêtes complémentaires.

Pour que les résultats radiographiques soient comparables, ici comme dans l'analyse quantita-

[1] *Revue scientifique*, 30 juillet, 17 septembre, 22 octobre 1904.

[2] *Revue scientifique*, 30 juillet, 19 septembre, 22 octobre 1904.

tive, il faut qu'ils aient été obtenus dans les mêmes conditions rigoureusement définies; les figures 5 à 7 montrent les aspects sous lesquels la radiographie peut traduire un même objet, un cube, suivant que le foyer du tube F est plus ou moins éloigné de la plaque photographique PR. Ce sont les divers aspects que peut prendre la projection radiographique d'un même objet obtenue dans des conditions opératoires différentes qui ont fait dire à des médecins que la radiographie les « trompait » !

Un bassin *normal*, radiographié dans les conditions de la figure 7, donnera l'illusion d'un bassin oblique ovalaire, qui éveillerait à juste raison les craintes d'un accoucheur; il présentera, de plus, une atrophie de l'un des fémurs: radiographié conformément à la figure 6, le même bassin, qui paraîtrait normal avec la technique exprimée par la figure 5, semblera présenter une fracture du col du fémur.

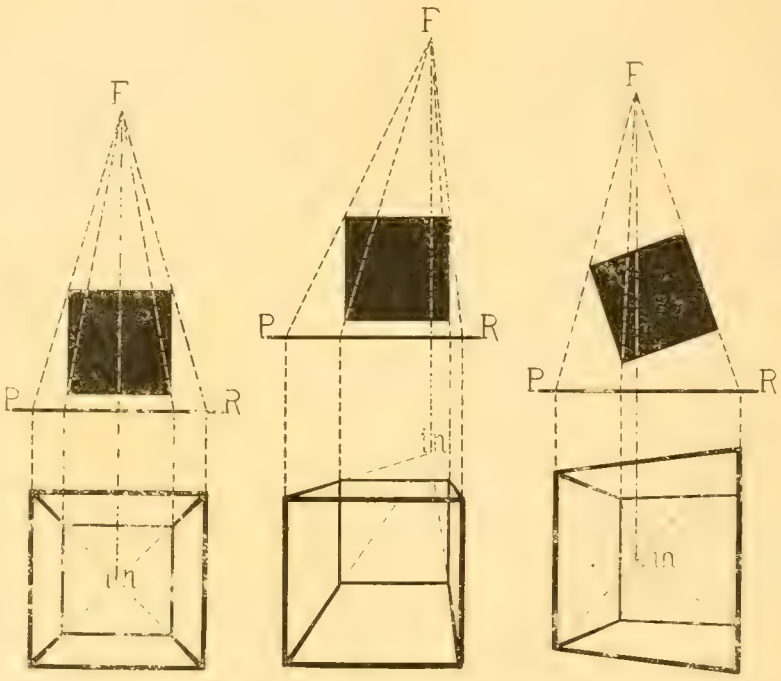


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Si nous considérons des radiographies de membres, nous pourrons, suivant la technique employée, croire, en examinant les divers résultats que donnerait une *même* fracture des deux os de la jambe, tantôt que les fragments supérieur et inférieur sont exactement dans le prolongement l'un de l'autre, tantôt que la partie inférieure du péroné est dans le prolongement de la partie supérieure du tibia, tantôt que les fragments chevauchent ou qu'ils sont écartés, ainsi que nous l'avons démontré en 1900 à l'aide d'une fracture expérimentale (Académie de Médecine, 13 février).

De plus, si nous considérons deux radiographies d'un membre exécutées sur deux plans de projection comme nous l'avons expliqué, et dans les conditions de technique rationnelle représentées par la figure 5, il arrive fréquemment que des luxations, des fractures graves peuvent passer inaperçues ou être considérées comme parfaitement réduites sur l'une des deux épreuves, tandis que l'autre met la lésion complètement en évidence.

On comprend dès lors l'usage que certains opérateurs peu consciencieux peuvent tirer de ces circonstances, lorsqu'ils sont appelés à fournir des épreuves aux tribunaux.

Non seulement il est indispensable d'effectuer les deux radiographies, mais elles doivent être interprétées en quelque sorte simultanément, puisqu'une seule ne donne pas une définition complète de la partie examinée; pour cela, il faut avoir fait de la géométrie, de la descriptive; car il est nécessaire de savoir reconstituer l'épure de l'organisme, sous peine de commettre les fautes les plus graves dans l'interprétation.

Mais aucune des erreurs que nous avons signalées ne peut se produire si l'on emploie une technique rationnelle, une méthode opératoire générale dont tous les éléments sont rigoureusement définis. Alors, non seulement ces résultats fantaisistes ne pourront plus être obtenus, mais, de plus, tous les examens des mêmes cas seront comparables; il sera par conséquent possible, en particulier, de contrôler l'exactitude d'une épreuve, puisque ses conditions d'obtention seront définies.

Aussi, nous avons toujours préconisé l'observation des règles suivantes en Radiographie :

1° Adoption d'une distance fixe du foyer d'émission à la plaque pour tous les examens (75 cm.);

2° Inscription radiographique de l'incidence normale à la plaque pendant l'examen[1];

3° Définition du plan suivant lequel l'organisme a été radiographié. — Examen des membres suivant deux plans de projections, formant entre eux un angle de 90°, et en général radiographie des membres dans leur totalité.

La seule objection qui a été faite à ces propositions, c'est que ces principes limiteraient la liberté opératoire du radiographe!

[1] Incidence normale, intersection du rayon normal et du plan récepteur.

Ce n'est pas porter atteinte à la liberté de l'opérateur que de réclamer qu'il effectue tout d'abord l'examen du malade suivant une technique générale et définie; c'est seulement un moyen d'éviter les interprétations fantaisistes, sans fondement, qui, même lorsque le radiographe est sincère, peuvent toujours être préjudiciables au malade. Ces propositions, d'ailleurs, ne s'opposent nullement à l'emploi de techniques spéciales, à la condition que celles-ci soient complémentaires et non uniques.

VII. — Les erreurs dues a l'ignorance.

Si les causes d'erreurs provenant du manque de définition des conditions opératoires peuvent disparaître par l'adoption d'une technique rationnelle bien établie, il reste celles qui peuvent résulter de l'incompétence de l'opérateur; elles constituent un véritable danger social, dont les brûlures (toujours évitables) ne sont qu'un cas particulier, moins fréquent que les fautes commises dans l'interprétation des résultats.

Nous avons exposé la difficulté qu'il y avait à obtenir et à interpréter les radiographies quantitatives; nous avons montré que, pour les applications topographiques, il fallait être compétent non seulement en Physique, mais aussi en Géométrie; nous devons ajouter que l'inaptitude de la plupart des médecins aux sciences exactes, en particulier à la Géométrie (inaptitude à laquelle le baccalauréat ès sciences *restreint* a rendu un éclatant hommage), peut leur faire commettre des fautes graves dans l'interprétation des épreuves et les conduire parfois à des entreprises opératoires de conséquence funeste et irréparable. C'est pourquoi nous pensons qu'il importe, pour la sécurité de tous, malades et médecins ou chirurgiens traitants, de réserver cette branche de la Physique biologique à des physiciens — médecins ou non — dûment spécialisés en vue de cette nouvelle fonction.

Cela importe d'autant plus que les médecins radiologistes et la Commission de l'Académie de Médecine elle-même sont opposés à l'adoption d'une méthode générale, déclarant que le médecin doit être seul juge; après avoir reconnu que des épreuves « truquées » ont été fournies aux tribunaux, ils ne craignent pas de proclamer la supériorité des techniques exceptionnelles, variant avec chaque opérateur, qui donnent, par conséquent, des documents dont on ne peut contrôler l'exactitude!

VIII. — Conclusions.

L'obtention de l'image radiographique nécessite des connaissances approfondies en Géométrie, en Physique et en Chimie.

L'interprétation de l'image ne peut s'effectuer qu'en appliquant préalablement au résultat obtenu les sciences précitées, car l'image radiographique traduit les formes anatomiques et les états pathologiques de l'organisme en fonction des conditions géométriques de l'examen et de la qualité des rayons utilisés.

Le maniement des appareils, particulièrement en ce qui touche les analyses quantitatives et les recherches métroradiographiques, ne peut être confié sans danger qu'à des opérateurs expérimentés. Les physiciens, par leurs connaissances théoriques et leur habitude d'employer les appareils de mesure, sont les mieux désignés pour cette spécialisation.

La spécialisation est nécessaire parce que la radiographie est complexe, parce que les erreurs qui peuvent résulter de l'incompétence des opérateurs, entraîneraient les plus graves conséquences pour la santé et même la vie humaines.

Le rôle social de la radiographie a été particulièrement établi au sujet des accidents du travail, par le fait que cette analyse met en évidence, dans de nombreux cas, l'état du blessé non seulement au point de vue de l'accident dont il a été victime, mais aussi du traitement qu'il a subi. Or, le rôle d'expert, qui peut être dévolu au spécialiste radiographe, impose à celui-ci la plus grande impartialité; il est indispensable de le choisir en raison de sa compétence en l'espèce, et cette considération vient s'ajouter aux raisons précédentes pour désigner le physicien.

Le rôle du médecin est d'utiliser les analyses des spécialistes pour établir son diagnostic; sa fonction doit être limitée, dans l'intérêt public, conformément à ses connaissances; son véritable domaine est défini par la mise en œuvre des moyens cliniques. Le Dr Labbé a écrit excellemment : « La Médecine ne s'apprend que par l'exercice régulier et contrôlé des sens; le médecin regarde, écoute, touche, palpe, etc.; et les *sensations* qu'il recueille au cours de l'examen des malades et qu'il emmagasine dans son souvenir constituent la meilleure partie de sa science[1] ».

Si, en répondant à la question posée par le Gouvernement, l'Académie des Sciences réservait l'application des rayons X aux seuls médecins, elle créerait un précédent qui, dans l'avenir, autoriserait le corps médical à réclamer l'usage exclusif des diverses formes de l'énergie et toutes les applications de la Chimie à l'organisme comme méthodes d'analyse biologique.

G. Contremoulins,
Chef du Laboratoire principal de Radiographie des Hôpitaux de Paris.

[1] M. Labbé, Chef de Laboratoire de la Faculté de Médecine de Paris: *Revue générale des Sciences*, 30 avril 1902.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques

Petit-Bois (A.), *Ingénieur des Mines à Liége.* — **Tafeln unbestimmter Integrale** (Tables d'intégrales indéterminées). — 1 *vol. in-4 de* 154 *pages.* (*Prix* : 10 *fr.*) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1907.

Les traités de Calcul infinitésimal renferment un grand nombre de résolutions d'intégrales indéterminées ; mais, si l'on veut les y chercher, on perd généralement beaucoup de temps. L'auteur a donc pensé qu'il serait utile de grouper ces formules en tables méthodiquement ordonnées : c'est cette collection qu'on trouvera dans l'ouvrage que nous présentons à nos lecteurs. C'est donc un livre essentiellement d'ordre pratique, qui facilitera le travail de tous ceux qui ont à appliquer le calcul intégral. Ajoutons que, bien que le titre soit en allemand, comme l'ouvrage n'est qu'une collection de formules, il peut être utilisé par n'importe qui et quelle que soit la langue qu'il parle.

Weber (H.) et **Wellstein** (Rudolf J.). — **Encyclopädie der Elementar-Mathematik.** *Tome III.* **Angewandte Elementar-Mathematik.** — 1 *vol. de* XIII-666 *pages, avec* 358 *figures.* (*Prix* : 18 *fr.* 75.) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1907.

Cette œuvre considérable a été conçue pour servir en première ligne à ceux qui enseignent les Mathématiques, surtout dans les Etablissements d'instruction secondaire. Elle se recommande autant par la richesse et le choix des matériaux mis en œuvre que par l'intérêt de ses conceptions pédagogiques et philosophiques. Les auteurs ne cherchent pas à présenter et grouper les faits mathématiques d'une façon propre à faire ressortir des théories particulières, mais ils examinent loyalement les méthodes propres aux sciences exactes, serrant de près les origines de nos concepts, suivant et éclairant l'évolution de ceux-ci et établissant la valeur critique de nos connaissances.

Le troisième volume, qui vient de terminer cette belle publication que le succès a déjà consacrée, contient les « Mathématiques appliquées ». Les auteurs y passent en revue la plupart des domaines de l'activité humaine qui emploient les Mathématiques; leur but est d'y instaurer, en un corps indépendant, toute la partie « Calculs et Constructions », logiquement, à l'aide des principes et des lois fondamentales données par la science. La Physique, par exemple, fournit le livre intitulé *Electricité et Magnétisme*, où la méthode vectorielle appliquée aux « Lignes de Force » permet de suivre pas à pas et facilement le développement des théories accessibles aux Mathématiques élémentaires. Les « Phénomènes de Capillarité » sont étudiés de même, en application de la théorie des Maxima et Minima géométriques.

Il va de soi que la majeure partie du volume est consacrée à la Mécanique, grâce à laquelle sont résumés ensuite quelques chapitres de Thermodynamique. Le livre important de la *Graphique* comporte toute la technique des projections centrale et parallèle et les éléments de la Géométrie descriptive. La Statique graphique y est rapidement traitée et se termine par d'intéressantes applications : la Théorie de la Charpente, le Problème de la tension, etc. Quelques pages sur le Calcul des Probabilités conduisent naturellement à l'examen raisonné des Fautes d'observation.

On le voit, l'ouvrage vise à être complet. Pourquoi alors avoir négligé entièrement le domaine des Mathématiques qu'on pourrait appeler « financières et commerciales », justifiables pourtant de l'Algèbre élémentaire et intéressantes à plus d'un titre?

Un point encore. Les auteurs témoignent d'un réel souci de faire œuvre de praticiens et de réagir contre l'enseignement secondaire trop théorique et abstrait. Rien n'est plus louable, en effet, que de mettre les élèves à même d'appliquer dans les sciences d'expérience et d'observation les connaissances acquises en Mathématiques pures, de les habituer aux calculs numériques, aux changements d'unités, de les préparer, en un mot, non à la vaine jonglerie des belles formules, mais au milieu pratique dans lequel beaucoup d'entre eux seront forcément appelés à se développer.

E. Démolis,
Professeur à l'Ecole professionnelle de Genève.

Cordemoy (C. de), *Ingénieur des Arts et Manufactures.* — **Ports Maritimes,** *t.* I (*Bibliothèque du Conducteur des Travaux Publics*). *Dunod et Pinat, éditeurs. Paris*, 1907.

Le tome premier de l'ouvrage que M. de Cordemoy publie dans la Bibliothèque du Conducteur de Travaux Publics, ouvrage qui comportera deux volumes, est un livre bien compris, clair et intéressant. Les sujets traités sont beaucoup plus nombreux et plus variés que le titre ne pourrait le faire supposer. Pour donner une idée de ce que le lecteur y trouvera condensé, il est indispensable d'en résumer sommairement les principales matières; ce sont les suivantes :

Profondeur, température et composition de la mer.

Vents et cyclones, mesure de la vitesse et de la pression du vent, son influence sur le niveau de l'eau.

Ondes liquides et vagues, théorie de la formation des vagues, puissance et profondeur de leur action. Effets des hauts fonds. Ressac.

Théorie des marées, établissement du port et unités de hauteurs, marégraphes, courbes de marée. Marées fluviales, mascaret.

Courants. Erosion des côtes; falaises et dunes, plages de galets et de sable, côtes madréporiques. Barres et deltas.

Dragages, diverses espèces de dragues, dérochement, transport et mesurage des déblais.

Protection des côtes, revêtements et épis.

Etude d'un établissement maritime, ouvrages extérieurs des ports, jetées et digues, ports de refuge, ports de commerce, ports artificiels, avant-ports et rades. Ports à chasses naturelles, ports à môles convergents. Ports sur plage de sable, ports à jetée.

Fleuves et estuaires, fleuves à marée et sans marée.

Matériaux employés à la mer. Bois, métaux et mortiers.

Construction et éclairage des phares et des bouées.

L'ouvrage se termine par un appendice d'une centaine de pages consacré à des notions de Cosmographie, de Navigation, d'Hydrographie, à la description des navires, et à quelques aperçus sur leur stabilité, leur chargement et leur exploitation commerciale.

C'est, en un mot, toute une petite encyclopédie maritime que l'auteur a su rendre instructive et attrayante. Des figures nombreuses et bien faites, un grand nombre de formules pratiques, des tableaux de chiffres bien choisis et souvent suggestifs ajoutent encore à l'intérêt du texte. Même à propos de sujets qui ne peuvent être qu'effleurés, comme ceux qui sont traités dans l'appendice, on trouve des renseignements précieux.

Bref, le volume dont vient de s'enrichir la Bibliothèque du Conducteur de Travaux Publics fait le plus grand honneur à son auteur, déjà bien connu par ses nombreuses études sur les ports maritimes.

2° Sciences physiques

Wullner (A.), *Professeur de Physique à l'Ecole technique supérieure d'Aix-la-Chapelle.* — **Lehrbuch der Experimental-Physik. T. 1 : Allgemeine Physik und Akustik.** 6e *édition, mise à jour par* MM. A. Wullner *et* A. Hagenbach. — 1 *vol. in-8° de* 1058 *pages avec* 333 *figures.* (*Prix* : 20 *fr.*) *B. G. Teubner, éditeur. Leipzig*, 1907.

L'éloge du Traité de Physique expérimentale de Wullner n'est plus à faire ; il jouit en Allemagne d'une réputation analogue à celle de l'ouvrage de Jamin et Bouty en France. Le premier volume de la 6e édition qui paraît aujourd'hui a été soigneusement mis au courant des nouvelles recherches, jusqu'à la fin de 1906, par l'auteur, aidé de M. A. Hagenbach ; le côté du développement historique de la Physique a été également précisé.

Stewart (A. W.), *Lecturer on Stereochemistry in University College, London.* — **Stereochemistry (Stéréochimie).** — 1 *vol. in-8° de* 583 *p.* (*de la collection des « Manuels de Chimie physique » éditée par Sir William Ramsay*). (*Prix* : 13 *fr.* 25.) *Longmans, Green et Cie, Londres*, 1907.

Cet excellent Manuel donne un exposé très clair de l'état actuel de la Stéréochimie et des directions variées dans lesquelles elle s'est développée en ces dernières années; la mise au point est certainement excellente. L'ouvrage est divisé en deux sections principales. La première concerne l'isomérie stéréochimique, subdivisée elle-même en deux parties : isomérie optique et isomérie géométrique; la seconde section traite des sujets qui, sans dépendre de l'isomérie, sont en relation avec la configuration stéréochimique : phénomènes d'opposition stérique, stabilité et possibilité de formation des corps cycliques, formule du benzène, etc.

On voit, par ces quelques indications, que le Manuel de M. Stewart est tout à fait moderne. C'est certainement, à l'heure actuelle, et sous une forme concise et claire, le meilleur traité à consulter pour se rendre compte de l'orientation générale de la Stéréochimie.

Ph.-A. Guye,
Professeur de Chimie à l'Université de Genève.

Lezé (R.), *Professeur à l'Ecole nationale de Grignon.* — **Utilisation des débris animaux.** — 1 *vol. in-12. Amat, éditeur. Paris*, 1907.

Quand on lit l'ouvrage de M. Lezé, on est frappé de la multiplicité des industries qui demandent leurs matières premières à l'abatage des animaux et à leurs déchets, et l'on se demande ce que deviendrait la vie si l'on parvenait un jour à rendre le corps des animaux entièrement alimentaire; nous n'aurions plus de cuirs pour nos chaussures, de laines pour nos vêtements, plus de savons ni de bougies pour nos besoins journaliers.

Ces industries sont donc les complémentaires de celles qui président à notre alimentation, et l'intérêt qui s'attache à elles vaut la peine qu'on les groupe dans une étude d'ensemble. Elles sont d'ailleurs peu enseignées, parce qu'elles s'adressent à un nombre restreint d'élèves, et parce que, comme pour beaucoup d'autres industries, il y a un préjugé qui fait admettre que « cela ne s'apprend pas ». N'en était-il pas de même autrefois de l'Agriculture? et l'on sait les richesses que l'enseignement agricole a déversées sur notre sol.

Pour analyser le livre de M. Lezé, il n'y a qu'à repasser en revue les différents déchets de l'abatage des animaux, et rechercher leurs destinations. Le sang est utilisé pour l'alimentation du bétail, pour la fabrication de l'albumine et des engrais; — les peaux vont à la tannerie, à la mégisserie, à la chamoiserie, à la corroierie, et leurs déchets sont transformés en colle; — la laine est désuintée et lavée avant d'entrer à la filature. Les os sont prélevés aux abattoirs, aux boucheries et dans les cuisines par les tablettiers, les fabricants de noir animal, de gélatine, de poudres d'os et de superphosphates, — les graisses sont transformées en margarine, en bougies et en savons, — les cornes, les sabots, les ergots sont réclamés par l'aplatisseur et le tablettier; les intestins, les estomacs, les caillettes, par le boyaudier, le tripier, le fabricant de présure, etc. Enfin, il faut prévoir le cas où le cadavre de l'animal n'est pas comestible ou est contagieux; l'industrie de l'équarissage se charge de le transformer entièrement.

Ces industries prennent en réalité des matières premières très différentes d'aspect, de constitution et de composition chimique, pour les amener à l'état de produits manufacturés n'ayant entre eux aucun rapport et destinés à des usages essentiellement variés; elles ne peuvent avoir de point commun que leur origine, et les procédés de transformation ne peuvent être les mêmes. Poursuivies dans des usines ou des ateliers spéciaux pour chacune d'elles, elles sont difficiles à connaître dans les détails. M. Lezé, à la fin de son livre, s'excuse, pour ainsi dire, et bien à tort, d'avoir peu puisé dans les ouvrages : « Nous avons préféré, dit-il, parler de ce que nous avons vu dans les usines de France et de l'Etranger, et la plupart des fabrications sont décrites d'après des notes et des observations recueillies sur place. » C'est le meilleur éloge que l'on puisse faire de ce livre, et j'ajouterai que, pour toute personne un peu compétente, M. Lezé pouvait se dispenser de le dire; cela se voit à chaque page.

L. Lindet,
Docteur ès sciences,
Professeur à l'Institut national Agronomique

3° Sciences naturelles

Launay (L. De), *Professeur à l'Ecole supérieure des Mines.* — **L'Or dans le monde.** — 1 *vol. in-18 de* 265 *pages.* (*Prix* : 3 *fr.* 50.) *Armand Colin, éditeur. Paris*, 1907.

La question de l'or ne touche pas seulement ceux qui s'occupent de son extraction ou qui participent à son industrie minière et métallique. Elle intéresse également quiconque désire se rendre compte des mouvements économiques et financiers, dont, avec la richesse mobilière, le contre-coup se manifeste aujourd'hui pour tous, des plus riches aux plus humbles.

Le développement considérable de l'extraction aurifère est certainement un des traits caractéristiques de l'industrie minière à notre époque. Une industrie qui, en 1884, ne produisait pas 500 millions d'or par an et qui, maintenant, en extrait annuellement plus de deux milliards, se place, comme chiffre de rendement, avant toutes les industries métallifères, le fer excepté. L'argent, qui ne dépasse guère 500 millions, joue, à côté de l'or, un rôle très restreint.

Ce mouvement si singulier est examiné, dans ses causes et dans ses conséquences, par M. de Launay avec la compétence, le sens pénétrant et l'esprit philosophique que les lecteurs de la *Revue* connaissent d'autant mieux qu'ils ont eu la primeur de ses travaux les plus originaux.

Cette évolution si extraordinaire de l'industrie de l'or a entraîné des progrès rapides dans la connaissance des gisements aurifères ainsi que dans les méthodes d'extraction industrielle, progrès qui rendent déjà les descriptions datant seulement de dix ans tout à fait démodées. M. de Launay — tout en restant dans les généralités — a su mettre au point ces diverses questions.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à une courte étude géologique des gisements et aux conclusions nouvelles qui se dégagent des récents travaux de

l'auteur sur la *métallogénie*. On se rappelle sa remarquable étude, publiée ici même (année 1904, p. 386), où il montre que la superposition moyenne des éléments de notre planète, avant sa solidification, a dû se faire par ordre décroissant des poids atomiques, les atomes étant écartés du centre en raison inverse de leur poids atomique.

A ce propos, l'auteur considère d'une part les gisements primitifs de l'or dans les roches et, de l'autre, les remaniements sédimentaires et alluvionnaires. Il fait observer que ces phases géologiques se sont succédé dans l'ordre inverse de celui que présente l'histoire des travaux miniers : En effet, « on a commencé par découvrir, d'ordinaire, les alluvions les plus récentes, où le travail naturel de préparation mécanique avait été poussé le plus loin et succédait à un enrichissement par altération, lui-même particulièrement avancé. C'est dans ces alluvions que l'on a trouvé, au début, ces pépites d'or natif et cette poudre d'or, qui symbolisent, pour la plupart des gens, l'idée d'une mine d'or. Après quoi, ces alluvions épuisées, on a cherché les gîtes primitifs dans les filons ou les roches, mais encore pour attaquer au début la partie superficielle, l'affleurement, que les altérations oxydantes, produites par la circulation des eaux, ont habituellement rendu plus riche en or libre ou aisément amalgamable. Là encore, on a eu des conditions faciles qui disparaissent quand on pénètre un peu sérieusement dans la profondeur, comme on y est bien vite amené, dans chaque centre minier, par le progrès des travaux, et comme, pour l'ensemble de la Terre, l'exploration de plus en plus avancée du sol y conduit aussi. »

Dans la seconde partie du livre, l'auteur examine la répartition géographique qui résulte de la formation géologique, et il le fait pour le passé comme pour le présent, en cherchant même, autant que possible, à prévoir le futur. M. de Launay tente de déterminer la proportion d'or qu'ont pu contenir, avant toute exploitation, les divers continents et les divers pays, et ce qu'il en reste vraisemblablement.

L'extraction minière est traitée, dans la troisième partie, surtout au point de vue des perfectionnements récents, plutôt pour faire connaître les conséquences économiques à en attendre que pour en donner une description technique complète.

Enfin, l'étude économique qui forme l'objet essentiel de l'ouvrage vient tout naturellement après les trois premières parties qui en ont préparé les éléments. L'emploi monétaire, qui est conçu dans un esprit différent suivant les pays, est examiné et critiqué. L'auteur met en balance, avec les besoins de l'humanité, la quantité d'or qu'elle possède et celle que l'extraction minière peut lui fournir dans un délai restreint : ce qui l'amène à aborder la question des fluctuations dans le pouvoir d'achat de l'or. Enfin, M. de Launay examine les causes et les conséquences de l'essor actuel, les probabilités de son prolongement futur et les résultats financiers, économiques ou sociaux que ce flot d'or, épanché par les mines à raison de deux milliards par an pendant quinze ou vingt ans, peut entraîner.

Quand on a terminé la lecture de cet ouvrage captivant, on reste, malgré soi, étonné, presque stupéfait, du grand nombre de conclusions et de prévisions du plus haut intérêt auxquelles on a été conduit. C'est le même sentiment que celui qu'on éprouve après la lecture d'un traité de Géologie qui, avec des données relativement peu nombreuses, vous découvre l'histoire de la Terre. On se rappelle alors que M. de Launay est, avant tout, géologue, et cela vous donne confiance, d'autant que les chiffres et statistiques extrêmement nombreux, qui servent de bases à ses déductions, sont puisés à bonne source.

AUGUSTE HOLLARD,
Docteur ès sciences,
Chef du Laboratoire central
des Usines de la Compagnie française des Métaux.

Allemand (A.), *Professeur au Collège Sadiki, Sous-Directeur du Laboratoire de Biologie marine de Sfax.* — **Etude de physiologie appliquée à la Spongiculture sur les côtes de Tunisie.** (*Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Lyon.*) — 1 *vol. de* 188 *pages avec* 19 *planches. J. Picard, éditeur. Tunis*, 1907.

On sait que, sur les instances de M. le Professeur Raphaël Dubois, de Lyon, le Gouvernement tunisien a créé, il y a quelques années, à Sfax, un Laboratoire maritime pour l'étude de la physiologie des Eponges, appliquée à la spongiculture et à la réglementation de la pêche de ces précieux produits de la mer. Ce sont les résultats des premières recherches faites dans ce Laboratoire que M. Allemand a consignés dans le travail dont nous présentons ici une courte analyse.

Ce Laboratoire, construit à 1.500 mètres au large du port de Sfax, n'a rien d'architectural. C'est une simple maisonnette en bois, construite sur pilotis et mesurant 9 mètres de longueur sur 5 mètres de largeur. A cette modeste construction a été annexé un cantonnement de 450 mètres sur 350, pour les observations et les expériences.

Placé dans ces conditions et aidé par le gardien arabe du Laboratoire, qui est un des meilleurs plongeurs de la contrée, M. Allemand a pu poursuivre ses recherches avec courage et succès. Les résultats qu'il a obtenus sont intéressants au double point de vue scientifique et pratique, car les faits nouveaux qu'il a su mettre en évidence viennent heureusement compléter nos connaissances sur le développement et la culture des Eponges. C'est là un travail qui mérite d'être encouragé et achevé.

Dans un premier chapitre, un peu long, *Historique des études faites sur le pouvoir vital et la culture des Eponges*, M. Allemand montre que, jusqu'ici, les auteurs qui ont étudié l'Eponge ont travaillé surtout l'anatomie et la systématique, en oubliant quelque peu sa biologie. Il est juste de reconnaître les difficultés grandes de cette étude, la pêche de l'éponge étant pénible et coûteuse. L'auteur fait judicieusement remarquer que c'est à la suite d'une étude de MM. Delage et Godefroy, publiée dans cette *Revue*[1], et d'un ouvrage très apprécié de M. G. Roché[2], que l'attention des naturalistes fut attirée sur l'utilité de la connaissance de la physiologie de l'Eponge.

C'est en 1875 que Cavolini a montré, le premier, que l'Eponge peut vivre après la récolte, et que, détachée du fond, elle est capable de réparer ses tissus endommagés et de continuer à croître. Mais les essais malheureux de Lamiral, qui, en 1861, avait essayé de transporter des Eponges de Syrie sur les côtes de Provence, dans la baie de Tamaris, découragèrent les chercheurs. Il a donc fallu la création du Laboratoire de Sfax et la volonté de M. Allemand pour que ces études fussent reprises et menées à bien.

La première partie de ce travail est consacrée à l'étude des fonds à Eponges tunisiens, c'est-à-dire à l'étude du milieu biologique dans lequel se développe l'*Hippospongia equina*, qui est l'espèce commerciale exploitée dans cette région. Après avoir décrit la nature géologique du sol sous-marin, la faune et la flore, les conditions climatériques, l'auteur montre que cette Eponge atteint son maximum de production dans des fonds situés entre 10 et 26 mètres, dans des prairies de Zostères, et souvent fixée sur les rhizomes de ces plantes. C'est à la limite de cette zone que le Laboratoire de Sfax fut établi.

Les procédés de pêche sont étudiés longuement. Sans doute, elle est intéressante cette étude; mais, à notre avis, sa place devait être ailleurs que dans un travail de thèse. On y trouve des détails sur la pêche à pied, à la plongée, au scaphandre, sur l'usage du

[1] Y. DELAGE et GODEFROY : L'état actuel de la biologie et de l'industrie des Eponges. *Rev. génér. des Sc.*, 1898.
[2] G. ROCHÉ : *La culture des mers*, 1898.

« miroir de pêche » qui permet aux pêcheurs de distinguer facilement les Eponges jusqu'à 8 et 9 mètres de profondeur, sur la pêche au « signal », le signal étant une Zostère qui traverse l'Eponge et qui a pris un aspect particulier à son contact à cause du liquide alcalin que ce zoophyte sécrète.

La partie vraiment originale du travail de M. Allemand se trouve dans l'étude du pouvoir vital des Eponges et du développement des larves. Par des expériences nombreuses et bien conduites, cet auteur a déterminé la température optima qui est inférieure à + 15°. Il a montré que toute Eponge, même bien pêchée, sans déchirures, ne peut se régénérer en aquarium; elle doit être placée en eau vive, sinon elle s'atrophie et meurt. Aucun développement d'Eponge n'a été obtenu par la culture du « lait » résultant de l'écrasement des Eponges; donc, contrairement à l'opinion des pêcheurs, l'écrasement ne peut servir à la repopulation des fonds, et l'on devrait prohiber les engins qui causent cet écrasement.

M. Allemand reconnaît qu'une Eponge est bien vivante quand elle donne, au toucher, l'impression d'une baudruche mouillée très tendue et non celle d'une masse gluante. Souvent aussi elle fait entendre un crépitement particulier, produit par un Crustacé du genre *Typton*, qui peuple ses cavités.

Notons enfin les ingénieuses expériences faites sur la régénération et surtout sur la greffe de fragments. Les fragments libres peuvent se régénérer, se fixer et s'accroître ensuite, mais à l'ombre; les petites Eponges placées dans des corbeilles, en eau vive, poussent plus vite que les grosses.

Des essais de transport et d'acclimatation d'Eponges de Sfax, sur les côtes de Tunis, ont donné de bons résultats.

La partie biologique la moins connue est assurément celle qui a rapport au développement de l'Eponge et à la biologie de sa larve. C'est à cette étude que M. Allemand s'est efforcé d'apporter une réelle contribution. Il a vu que les larves s'échappaient de fin mars à la troisième semaine de juin. Pendant le premier été, l'Eponge atteint la taille d'une petite orange; son accroissement se ralentit en hiver; elle atteint la grosseur commerciale (environ 30 centimètres de tour) vers la fin de la seconde année; ensuite l'accroissement se ralentit. Enfin, et c'est un fait important au point de vue pratique, les fragments se développent moins vite que les larves : ils n'atteignent la grosseur commerciale que quatre ou cinq ans après leur fixation, alors que celles-ci ne mettent que deux ans.

La formation de l'œuf a lieu de novembre à janvier. Quant à la question de la fécondation, d'ailleurs fort délicate, elle n'a pas été élucidée par M. Allemand, qui ne manquera pas, car il est en situation pour le faire, de nous donner la solution de ce problème.

La conclusion de ce travail, au point de vue pratique, c'est que les deux procédés de spongiculture, par *fragmentation* et par *ensemencement*, sont possibles, et que le procédé de l'avenir consistera à combiner ces deux méthodes. On cultivera les fragments, non plus uniquement dans le but de les récolter quand ils auront atteint une taille commerciale, mais surtout pour utiliser les larves qu'ils pourront émettre pendant leur croissance. Ce procédé mixte aura l'avantage de faciliter la dissémination méthodique des larves.

Malgré les quelques réserves faites plus haut, nous devons féliciter M. Allemand d'avoir rompu avec la tradition en introduisant dans une thèse de doctorat des résultats ayant un caractère essentiellement pratique.

La valeur de ce premier travail, sorti du Laboratoire de Sfax, nous fait désirer qu'une fois les recherches de M. Allemand achevées, cet Etablissement soit conservé et que les questions biologiques qui intéressent le Sud tunisien y soient mises à l'étude.

E. Caustier,
Professeur de Sciences naturelles aux Lycées Saint-Louis et Henri IV.

4° Sciences médicales

Debove (G.-N.), *Doyen de la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Académie de Médecine*; **Achard** (Ch.), *Professeur agrégé à la Faculté de Paris, Médecin des hôpitaux*, et **Castaigne** (J.), *Professeur agrégé à la Faculté de Paris.* — **Manuel des Maladies du tube digestif.** *Tome I* : **Bouche, pharynx, œsophage, estomac**, *par* MM. G. Paisseau, F. Rathery, J.-C. Roux. — 1 *vol. de* 725 *pages, avec figures.* (*Prix* : 14 *fr.*) *Masson et Cie, éditeurs. Paris*, 1907.

Ce volume fait partie d'une série destinée à remplacer le *Manuel de Médecine*, publié par MM. Debove et Achard, qui obtint, il y a quelques années, un si vif succès. Ce n'est pas une réédition, mais un Manuel nouveau. Suivant les progrès rapides de la science médicale, les auteurs en ont fait un traité qui est au courant des plus récentes découvertes.

On y trouvera, à côté des bons articles didactiques de M. Paisseau et de M. Rathery, une très complète et très intéressante étude des procédés d'examen et des affections de l'estomac due à M. C.-J. Roux, qui possède pour ce sujet une haute compétence. M. Labbé,
Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

5° Sciences diverses

Boyer (P.), *Professeur à l'Ecole des Langues orientales*, et **Spéranski** (N.), *ancien Répétiteur à la même Ecole.* — **Manuel pour l'étude de la langue russe.** — 1 *vol. in-8° de* 400 *pages.* (*Prix* : 10 *fr.*) *Armand Colin, éditeur. Paris*, 1907.

Le nombre de personnes étudiant le russe en France est assez considérable, même parmi les savants, pour qu'un nouveau manuel de cette langue difficile soit accueilli avec intérêt. Celui de M. Boyer diffère complètement des autres. Au premier abord, cela paraît n'être qu'une série de vingt-neuf textes assez courts, extraits des écrits de Léon Tolstoï et accompagnés de commentaires, le tout suivi d'un « appendice » et d'un vocabulaire. Mais, si l'on se donne la peine, comme je l'ai fait, de lire deux ou trois textes et tous les renvois aux commentaires ou aux « appendices » qui s'y rapportent, on s'apercevra tout de suite que l'ouvrage de M. Boyer est tout autre chose. C'est un véritable cours moyen de la langue russe, destiné à faire connaître à celui qui possède les premiers éléments de cette langue trois choses importantes : 1° l'accentuation exacte des noms (une des plus grandes difficultés de la langue parlée), car tous les mots de tous les textes sont très soigneusement accentués (je n'ai pu découvrir une seule faute en une dizaine de pages); 2° les règles essentielles de la grammaire, à l'aide des commentaires qui sont faits d'une manière systématique, en allant du plus simple au plus compliqué; 3° un riche vocabulaire appris d'une façon raisonnée à l'aide du lexique et des notes; enfin 4° jusqu'à un certain point, les finesses et le génie de la langue russe, surtout grâce aux notes de l' « Appendice », qui est le modèle d'une exposition claire et concise à la fois des différentes difficultés de cette langue. Les Russes mêmes, ou ceux des Français qui possèdent à fond la langue russe courante, auraient intérêt à lire cet appendice, ne serait-ce que pour systématiser leurs connaissances.

En somme, c'est une nouvelle application de la méthode directe qui a donné déjà tant de résultats brillants et qui fait déduire par l'élève lui-même les règles de la grammaire au fur et à mesure qu'il acquiert le vocabulaire et les tournures de la langue parlée et écrite.

Le livre de M. Boyer, qui a paru aussi en édition anglo-américaine, devrait être sur la table de travail de toute personne qui étudie le russe ou qui s'intéresse à cette langue.

J. Deniker,
Bibliothécaire du Muséum.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 Décembre 1907.

Séance publique annuelle. M. **A. Chauveau** retrace la vie et l'œuvre des membres de l'Académie décédés au cours de l'année. Puis il est procédé à la proclamation des lauréats des prix décernés par l'Académie pour 1907. Enfin, M. **G. Darboux** lit une Notice sur Antoine d'Abbadie.

Séance du 9 Décembre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **G. Tzitzeica** présente ses recherches sur certaines surfaces réglées dont les deux branches de la ligne flecnodale sont confondues suivant la courbe de l'infini de la surface. — M. **A. Buhl** étudie la permutation des intégrales d'un système d'équations différentielles. — M. **T. Lalesco** poursuit ses recherches sur la fonction $D(\lambda)$ de Fredholm. — M. **Riquier** étudie les systèmes d'équations aux dérivées partielles auxquels conduisent : 1° l'étude des déformations finies d'un milieu continu dans l'espace à n dimensions; 2° la détermination des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables. — MM. **Eug.** et **Fr. Cosserat** montrent qu'en élargissant la notion d'invariant différentiel de manière à y comprendre l'idée de paramètre différentiel, la Physique théorique moderne devient un prolongement immédiat, au point de vue eulérien, de la Mécanique. — M. **H. Deslandres** décrit un appareil destiné à l'étude des astres formés de gaz et de particules et capable de donner séparément l'image de chacun des deux éléments. — M. **J. Guillaume** a constaté que l'anneau de Saturne était nettement visible le 23 novembre, quoique peu lumineux. — MM. **Giacobini** et **Javelle** ont retrouvé la comète Giacobini 1907 *a*, découverte le 9 mars et qui avait disparu depuis derrière le Soleil. — M. **J. Comas Sola** a observé le passage de Mercure du 14 novembre à l'Observatoire Fabra, à Barcelone. — M. **L. Dunoyer** présente un compas électromagnétique particulièrement propre aux blockhaus cuirassés et aux sous-marins.

2° Sciences physiques. — M. **V. Schaffers** montre qu'en assignant à N, nombre des électrons libres dans les métaux, des valeurs fonctions de constantes physiques connues, la loi des forces électro-motrices de contact de Drude se vérifie d'une façon satisfaisante. — Mme **S. Curie** a reconnu que les particules de la radioactivité induite du radium ont la propriété de condenser la vapeur d'eau saturante et même la vapeur d'eau non saturante, soit par attraction électrostatique, soit par affinité chimique. — Mlle **Gleditsch** a constaté que la pechblende de Joachimstahl, minéral radio-actif cuprifère, contient une faible quantité de lithium. — M. **Athanasiadis** montre qu'une flamme manométrique convenablement réglée peut produire sans aucun soufflage un son perceptible à distance, dont le nombre des vibrations est égal au nombre des vibrations de la membrane manométrique. Une flamme manométrique peut même produire à la fois deux ou plusieurs sons. — M. **J. Becquerel** a observé que les bandes d'absorption des solutions se résolvent, aux très basses températures, lorsque les solutions sont solidifiées, en composantes fines, déplaçables par le champ magnétique. — MM. **H. Abraham** et **Devaux-Charbonnel** poursuivent l'étude de la propagation des courants téléphoniques sur les lignes souterraines. — M. **P. Weiss** a trouvé que les intensités d'aimantation à saturation du fer et du nickel à la température ordinaire sont données par les nombres 1731 et 497, à 0,5 °/° près. — M. **A. Pérot** présente un manomètre précis pour pressions élevées, où il a mis à profit la loi de l'écoulement des liquides à travers les tubes capillaires, due à Poiseuille. — M. **A. de Gramont** décrit un appareil pour la production des spectres d'étincelle des solutions : l'étincelle éclate entre deux gouttes du liquide à étudier, amenées l'une au-dessus de l'autre aux extrémités de deux tubes capillaires en silice fondue. — M. **L. Denayrouze** propose l'emploi des hydrocarbures lourds à l'éclairage, qui réalise une économie de prix et une plus grande sécurité. — MM. **Couriot** et **J. Meunier** ont constaté que les fils incandescents sont incapables de provoquer la détonation des mélanges explosifs qui les entourent; ils attribuent le fait à la formation d'une gaine gazeuse, composée presque entièrement d'oxygène, autour du fil. — M. **Ph.-A. Guye** estime que la méthode des densités-limites ne doit pas être prise en considération, du moins sous sa forme actuelle, pour l'établissement du poids atomique exact de l'azote. — M. **Alb. Colson** démontre qu'il n'existe, ni ne saurait exister aucun dissolvant commun pour le P blanc et le P rouge. — M. **G. Charpy** a reconnu que le graphite et le carbone graphitique de recuit dans les fontes constituent une seule phase, car ils peuvent tous deux être gazéifiés intégralement au contact de l'H à 1000°. — M. **L. Vignon** montre qu'une houille donne d'autant plus de CO et de CO^2 par distillation qu'elle est plus oxygénée. Pour la température de 900°, un peu moins du tiers de l'O de la houille se retrouve dans CO et CO^2 des gaz de distillation. — M. **A. Portevin** a étudié par la méthode thermique l'équilibre du système nickel-bismuth : l'état d'équilibre n'est atteint que par les alliages voisins des métaux purs; pour les autres, on obtient des complexes à trois et même à quatre phases, caractérisant des systèmes binaires hors d'équilibre. — M. **P. Lemoult**, en faisant réagir PH^3 sur le chlorure et le bromure mercuriques, a obtenu les composés PHg^3Cl^3 et $P^2Hg^5Br^4$. — M. **L. Pelet-Jolivet** a étudié la dissociation des combinaisons de colorants acides et basiques par les substances absorbantes. En solution neutre ou peu alcaline, le solide absorbant fixe exclusivement l'élément basique; en solution acide, il fixe l'élément colorant acide. — MM. **P. Sabatier** et **A. Mailhe**, par hydrogénation directe sur le nickel réduit des diones aromatiques, ont obtenu dans tous les cas les hydrocarbures correspondants. — M. **E. Léger**, par l'action de la chaleur, a transformé la barbaloïne en un isomère, la β-barbaloïne, dont le dérivé chloré $C^{21}H^{16}Cl^4O^9$ cristallise. Une partie des aloïnes de l'aloès du Cap existe à l'état de β-barbaloïne. — MM. **Ch. Moureu** et **A. Valeur** ont constaté que, dans diverses conditions, les sels de l'α-méthylspartéine peuvent s'isomériser pour donner les sels d'une nouvelle base, l'isospartéine. — MM. **Ph. Barbier** et **P. Sisley** ont réalisé la synthèse de l'anilidophénosafranine symétrique phénylée. — M. **L. Guignard** n'a pu constater la moindre trace d'acide cyanhydrique dans les haricots de Hongrie; les conclusions contraires d'autres auteurs proviennent d'un défaut de méthode. — M. **G. Tanret** a isolé de 1 kilog de baies fraîches du gui 12 gr. d'inosite inactive et 4 gr. d'inosite racémique. — MM. **L. Arnoult** et **A. Goris** ont reconnu que les basides des Lactaires et des Russules donnent avec le réactif sulfovanillique de Ronceray une coloration rosée, tandis que les cystides et les laticifères donnent

une coloration bleu foncé. — M. E. **Alilaire** a constaté la présence de phosphore dans la graisse de presque tous les microbes; il paraît engagé dans des formes particulières de lécithine. — MM. A. **Etard** et A. **Vila** précisent les conditions dans lesquelles doit s'effectuer l'hydrolyse des protoplasmides.

3° Sciences naturelles. — M. **J. Amar** a reconnu que l'excès de lumière, en dehors des accidents pathologiques, met les yeux dans des conditions fâcheuses pour fonctionner normalement. — MM. A. **Broca** et **Polak** montrent que la lumière ambiante, dans les conditions habituelles de l'observation, ne modifie que peu la distinction des signaux, puisque celle-ci exige toujours l'emploi de la fovea. — M. A. **Terson** étudie les facteurs pathogéniques du glaucome, qui sont l'hypertension artérielle, puis l'hypersécrétion, la rétention et l'oblitération des voies de filtration. — M. R. **Robinson** montre que la mort subite des enfants par le thymus et dans l'anesthésie chloroformique est le résultat de la paralysie diaphragmatique (syncope respiratoire), suivie de la paralysie du pneumogastrique et de ses ramaux cardiaques par des anastomoses nervo-nerveuses. — M. E. **Gley** a constaté que le système nerveux central des animaux immunisés contre le sérum d'anguille n'a pas l'immunité, ou l'a très faiblement. L'immunité ne se manifeste que lorsque la toxine pénètre dans le sang, où elle est neutralisée par l'antitoxine formée dans l'organisme au cours de l'immunisation. — MM. A. **Rodet** et G. **Vallet** ont observé, dans le nagana expérimental, que, chez les animaux sans crises, le pouvoir trypanolytique du sérum croît graduellement, à partir du moment où il s'établit, jusqu'à la mort, tandis que, chez les animaux à crises, il se développe à la première crise et persiste jusqu'à la fin. — MM. **Moussu** et **Goupil** ont fait agir le chlore sur le bacille tuberculeux et ont constaté la disparition de l'acido-résistance et une modification de la constitution du bacille. — MM. G. **Pays-Mellier** et E. **Trouessart** présentent deux hybrides de Paon et de Poule cochinchinoise; ils présentent des caractères des deux parents, l'influence du père étant prépondérante. — M. Ch. **Janet** a étudié l'histolyse des muscles de mise en place des ailes, après le vol nuptial chez les Fourmis; elle n'est pas accompagnée de phagocytose. — Mlle A. **Drzewina** a observé une variation de quinzaine dans le signe du phototropisme chez les Pagures misanthropes soustraits aux oscillations de la marée. — MM. A. **Conte** et L. **Faucheron** ont constaté la présence de levures dans le corps adipeux de divers Coccides; il s'agit là d'une sorte de symbiose. — M. Y. **Delage** répond aux critiques de M. Lœb sur ses travaux relatifs à la parthénogénèse expérimentale. — M. M. **Dubard** crée pour le *Sphedamnocarpus Madagascariensis* de Baker un genre nouveau, le genre *Tricomariopsis*, qui forme une transition entre les Banistériées et les Tricomariées, et relie les Malpighiacées avec les Dialypétales méristémones. — M. W. **Lubimenko** a reconnu que la production de substance sèche par la plante verte augmente avec la lumière jusqu'à un certain maximum et diminue ensuite. — M. E. **Demoussy** a observé que, lorsque l'état hygrométrique, à 25°, est supérieur à 0,7, beaucoup de graines périssent rapidement; dans des atmosphères moins humides, la conservation est meilleure. — M. M. **Javillier** montre que de très petites doses de zinc exercent une influence favorable sur la culture du *Sterigmatocystis nigra*. — MM. I. **Pouget** et D. **Chouchak** ont reconnu que l'action nocive de l'extrait de terre de luzerne sur la végétation est due aux sécrétions de la luzerne elle-même, qui sont comparables à des toxines. — M. L. de **Launay** signale la rencontre du granite, à la profondeur de 641 mètres, dans la cheminée diamantifère de la mine de Beers, conformément à ses prévisions. — M. E.-A. **Ritter** a étudié le gisement de cuivre d'Evergreen (Colorado); il est en relation très nette avec une roche éruptive tertiaire. — M. L. **Joleaud** a observé la présence du Trias dans les montagnes de Gigondas (Vaucluse); les dentelles de Gigondas sont le résultat de phénomènes de charriage. — MM. Ph. **Négris** et C. A. **Ktenas** mettent en évidence l'existence d'une nouvelle discordance qui se poursuit à travers une grande partie de l'Argolide entre le Néocrétacé (Angoumien) et les grès et conglomérats. — M. G. **Vasseur** signale la découverte de Vertébrés fossiles caractéristiques de l'Oligocène dans les mollasses du Fronsadais (bassin de la Gironde). — M. R. **Zeiller** décrit un cône de *Lepidodendron* (*Lepidostrobus Laurenti*) trouvé dans les gîtes de phosphates noirs de l'Estanque (Ariège). — M. P. H. **Fritel** a découvert deux Nymphéacées nouvelles, qui paraissent appartenir aux genres *Nelumbium* et *Nuphar*, dans le Sparnacien de la région parisienne. — M. J. **Thoulet** donne la description d'un fond marin côtier provenant de la Manche; c'est un sable fin, médiocrement calcaire, avec gravier fin de coquilles brisées.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 3 Décembre 1907.

M. Berger présente, au nom du Dr **André** (de Péronne), une observation d'arrachement total du membre supérieur avec l'omoplate (arrachement inter-scapulo-thoracique) par une machine; on ne connaît qu'un seul cas analogue dans la littérature chirurgicale. — M. P. **Reynier** montre, par une série d'observations, que, passé quarante ans, dans la seconde moitié de la vie, l'alcoolisme est la cause de 90 % des tuberculoses osseuses, des tuberculoses externes. — M. le Dr **Calot** donne lecture d'un travail intitulé : Ce que doit être le traitement de la coxalgie. — M. le Dr **Marcano** lit un travail sur le diagnostic des abcès dysentériques de la convexité du foie.

Séance du 10 Décembre 1907.

M. **Troisier** lit le Rapport général sur les Prix décernés par l'Académie en 1907. M. A. **Gautier** proclame ensuite les noms des lauréats. — M. **Jaccoud** prononce l'éloge de Léon Le Fort.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 30 Novembre 1907.

MM. E. **Rist** et L. **Ribadeau-Dumas**, par injection intra-veineuse de micro-organismes anaérobies provenant d'une pleurésie putride, ont créé, non seulement des abcès du foie, mais encore des lésions d'angiocholite. — MM. Ch. **Porcher** et Ch. **Hervieux** établissent que l'indoxyle urinaire est la forme extérieure, visible et mesurable, de l'indol produit par les putréfactions qui se développent dans l'intestin. — M. L. **Lapicque** montre que le centre de coordination primaire, pour la marche en avant chez les Crustacés décapodes, se trouve dans la masse des ganglions buccaux; l'unique centre de coordination pour la marche en arrière chez l'écrevisse, pour la marche latérale chez le crabe, est dans la masse des ganglions sus-œsophagiens. — M. G. **Bohn** a observé un phototropisme positif très net chez les Branchellions parasites de la Torpille; mais cette réaction normale peut varier sous diverses influences. — M. Ed. **Retterer** a constaté, par l'étude du sabot du cheval, qu'à mesure que la cellule épidermique évolue vers la surface, son hyaloplasma élabore des tono-fibrilles noueuses ou chondriocontes. Ces fibrilles moniliformes produisent un réseau d'autant plus serré que la couche cornée devient plus dure et plus résistante. — M. E. **Fauré-Frémiet** a découvert un Vorticellide nouveau, l'*Epistylis Perrieri*, présentant une différenciation sexuelle avancée. — M. H. **Grenet** considère l'insuffisance hépatique comme capable de déterminer à elle seule une diminution des

albumines du sérum sanguin. — M. A. **Mayer**, par l'action des sels neutres sur le plasma sanguin, y a fait apparaître des granules dont on peut se débarrasser par précipitation et filtration successives. — MM. A. **Rodet** et **Lagriffoul** montrent que leur sérum antityphique est préventif à l'égard de l'infection éberthienne généralisée à forme septicémique par une propriété antitoxique, indépendante de toute action sur les bacilles eux-mêmes, cette action étant, suivant les cas, aidée dans ses effets par une action bactéricide ou plus ou moins entravée par un effet contraire. — M. M. **Mirande** montre que le sucre tégumentaire des Arthropodes n'a aucune relation avec une assimilation possible du CO^2 atmosphérique. — M. J. **de Rey-Pailhade** explique le rôle du philothion dans les hydratations intra-cellulaires. — MM. L. **Le Sourd** et Ph. **Pagniez** ont constaté que le sérum anti-hématoblastique, qui provoque la disparition totale des hématoblastes *in vivo*, n'a qu'une action faible ou nulle sur les autres éléments du sang; ce fait serait en faveur de l'autonomie des hématoblastes. — MM. A. **Gouin** et P. **Andouard** fixent à 9,5 grammes par 100 kilogs l'importance des échanges azotés de chaque jour chez les jeunes Bovidés. — MM. A. **Gilbert** et A. **Lippmann** ont étudié bactériologiquement le pus de deux abcès tropicaux du foie et ont trouvé, dans chaque cas, plusieurs microbes anaérobies. — MM. H. **Bierry**, A. **Pettit** et G. **Schaeffer** décrivent les lésions produites par injection, au chien et au lapin, de sérums néphro- et hépatotoxiques. — M. J. **Gaillard** montre que la sécrétion interne des capsules surrénales est l'excitant physiologique normal du tonus cardio-vasculaire; leur hyperplasie est liée à l'hypertension artérielle, à la néphrite chronique et à l'athérome. — M. H. **Piéron** a observé que la sauterelle n'autotomise une de ses pattes que dans la mesure où l'autotomie permet sa fuite et ménage à peu près toujours sa deuxième patte sauteuse, l'une au moins étant indispensable pour permettre la fuite. — M. N. **Fiessinger** estime que tout sérum hépatotoxique n'est pas spécifique : il lèse le foie et le rein, tout en épuisant son action mieux sur le foie que sur le rein. — M. G. **Gerber** montre que les études sur l'action coagulante de la parachymosine doivent être faites entre 25° et 30°, température d'action normale de cette diastase. — M. G. **Rosenthal** décrit les caractères spéciaux de la sporulation du bacille du rhumatisme, qui permettent de le différencier des bacilles voisins. — MM. C. **Fleig** et P. **de Visme** ont constaté que la fumée de tabac, en inhalations, provoque chez le chien une forte chute de la pression carotidienne, suivie d'une élévation au-dessus de la normale, en même temps qu'une vaso-constriction intense du rein, suivie d'une vaso-dilatation. — MM. **Léopold-Lévi** et H. **de Rothschild** estiment que, dans quelques cas, l'eczéma se rattache indirectement au tempérament hypothyroïdien, à titre de phénomène d'hyperthyroïdie. — MM. G. **Guillain** et A. **Gy** ont reconnu expérimentalement, sur la lapine, que le tabac exerce un effet nocif sur la gestation.

Séance du 7 Décembre 1907.

MM. H. **Labbé** et G. **Vitry** montrent que le lapin ne fait pas exception à la règle en ce qui concerne l'élimination de l'indican : celui-ci est sous la dépendance primordiale de la qualité de l'albumine ingérée et postérieurement de la quantité métabolisée. — MM. M. **Villaret** et L. **Tixier** ont observé une forte leucocytose du liquide céphalo-rachidien dans un cas d'éclampsie puerpérale. — M. Ed. **Retterer** a constaté que l'épiderme muqueux est composé de cytoplasma avec des granules clairsemés (*mitochondres*); dans l'épiderme corné, ces granules deviennent plus denses et se réunissent par des filaments (*chondriocontes*). — MM. Ch. **Achard** et M. **Aynaud** ont observé directement les hématoblastes dans le plasma sanguin de divers animaux, recueilli et manipulé au contact de la paraffine. — MM. Ch. **Aubertin** et J. **Cluzet** ont constaté une coexistence de l'hyperplasie médullaire des surrénales avec l'hypertrophie cardiaque, plus spécialement du ventricule gauche. — MM. A. **Gilbert** et M. **Herscher** montrent que la présence de stercobiline dans les fèces témoigne de la pénétration des pigments biliaires dans l'intestin; elle ne révèle pas une viciation du foie. — MM. L. **Ribadeau-Dumas** et P.-J. **Ménard** ont ensemencé le sang de deux nourrissons atteints de forte diarrhée avec élévation de la température et ont obtenu des cultures de deux bacilles : l'un analogue au colibacille, l'autre au typhimorphe. — MM. J. **Nageotte** et **Lévy-Valensi** ont reconnu que le nombre des lymphocytes, dans le liquide céphalo-rachidien normal, est plus élevé qu'on ne le croit : de 1/2 à 1 1/2 par millimètre cube. — M. P. **Guéniot** a constaté que le streptocoque, à l'inverse du colibacille et du staphylocoque, se développe peu ou pas sur le placenta humain. — MM. H. **Bierry** et A. **Ranc** décrivent une réaction sensible de la bilirubine : coloration verte par le brome en solution dans le chloroforme, bleue par addition d'alcool, décoloration par les vapeurs d'AzH^3. — MM. Cl. **Gautier** et Ch. **Hervieux** ont obtenu une réaction indolique positive avec le contenu du gros intestin du lapin soumis au jeûne. — M. R. **Legendre** a observé deux sortes de variations dans l'eau de mer littorale à Concarneau : les unes diurnes, intéressant la température et la teneur en O de l'eau, les autres synchrones de la marée, intéressant la densité. — M. E. **Pinoy** indique un procédé d'inoculation dans le coussinet plantaire chez le rat, le cobaye, etc., et dans la veine tibiale interne du pigeon. — M. **Pariset** a constaté une diminution de l'amylase urinaire à la suite de l'absorption d'eau thermale bicarbonatée sodique forte. — M. G. **Seillière** montre que l'*Helix* digère le xylane *in vivo* et que le pentose résultant de cette digestion peut être mis en évidence dans le sang par la phloroglucine. — Mlle L. **Kalaboukoff** et M. E. F. **Terroine** ont observé que l'action lipasique des extraits glycérinés de muqueuse gastrique n'est pas modifiée par l'addition de lécithine; elle est retardée par les sels biliaires. La lipase intestinale n'est pas modifiée par la lécithine; elle est activée par les sels biliaires. — M. A. **Frouin** montre que le suc intestinal, ajouté au bouillon de coli-bacille, donne toujours une culture homogène, tandis qu'il peut agglutiner le bacille typhique. — M. G. **Proca** a constaté que les cultures en bouillon de plusieurs bactéries, stérilisées par la chaleur, constituent des milieux propres au développement des anaérobies en présence de l'air. — M. A. **Mayer** estime que les propriétés générales des globulines sont dues uniquement à leur état physique colloïdal. — M. H. **Vincent** a reconnu que la bile possède *in vitro* une forte action neutralisante vis-à-vis de la toxine tétanique; cette action est presque nulle *in vivo*. — M. C. **Fleig** montre que la forme de soufre qui se prête le mieux à l'injection sous-cutanée ou intra-veineuse est le soufre colloïdal. — MM. C. **Fleig** et P. **de Visme** ont constaté que les phénomènes produits par les injections d'extrait de fumée de tabac sont les mêmes que ceux qui s'observent sous l'influence des inhalations. — M. V. **Pachon** estime que les phénomènes signalés par MM. Fleig et de Visme ne s'appliquent qu'aux premières inhalations; l'homme accoutumé à fumer ne présente plus ces réactions. — M. G. **Froin** a remarqué que AzH^4Cl, qui produit l'hémolyse des globules sanguins à 37°, est sans action à 0°, parce qu'il n'est plus fixé par l'alexine du sérum. — M. A. **Branca**, par l'étude du corps muqueux du thécorynque, a reconnu que la cellule malpighienne change de constitution au cours de son évolution : une structure filaire succède à une structure réticulée. — M. R. **Dubois** montre que l'action du venin de la glande à pourpre est absolument différente de celle de l'adrénaline. — MM. **Gougerot** et **Laroche**, en inoculant la peau épilée ou rasée par simple frottis avec des bacilles tuberculeux humains virulents vieillis, ont reproduit des tuberculides papulonécrotiques.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

Séance du 22 Novembre 1907.

MM. **G. Urbain** et **C. Scal** exposent à la Société chimique leurs recherches *sur la phosphorescence du contenu des fluorines* et répètent devant la Société quelques-unes de leurs expériences. — M. **Rosenstiehl** présente quelques considérations sur l'hydrolyse des sels. — M. **A. Valeur** communique, au nom de M. **Ch. Moureu** et au sien, la suite de leurs recherches sur la spartéine. L'hydrate d'α-méthylspartéinium $C^{15}H^{26}Az^2.CH^3OH$ se décompose au-dessous de 100° en donnant une méthylspartéine brute. Cette base est constituée par un mélange de spartéine et de deux méthylspartéines isomériques : l'α- et la β-méthylspartéine. L'α-*méthylspartéine* $C^{15}H^{25}Az^2(CH^3)$ est un solide; elle fond à 30-31° et bout à 178-179° (corr.) sous 11 mm.; son pouvoir rotatoire est de $\alpha_D = -54°,4$. La β-*méthylspartéine* $C^{15}H^{25}Az^2(CH^3)$ est liquide et bout à 182-183° (corr.) sous 13mm,5; son pouvoir rotatoire est de $\alpha_D = +9°,9$. Les deux bases diffèrent essentiellement l'une de l'autre par la propriété que possède seule l'α-méthylspartéine d'être isomérisée dans certaines conditions. C'est ainsi que le sulfate de cette base, chauffé en liqueur sulfurique, se transforme en le sulfométhylate d'une base nouvelle, l'*isospartéine*. — M. **M. Guichard** décrit une méthode de préparation des iodures métalliques. — M. **G. Wyrouboff** dépose une note sur le bichromate de rubidium.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 22 Novembre 1907.

M. **S. Skinner** présente deux échantillons de sable chantant, provenant des baies de Manchester (Mass.) et de Small Point (Maine). Ce sable émet des sons lorsqu'on introduit un corps dur dans une coupe en verre pleine de ce sable. Il faut supposer que le sable est formé de sphères égales, occupant un volume minimum à l'état de repos. Lorsqu'il est agité, la masse passe par une série de minima de volume avant de revenir au repos. — M. **L. Bairstow** présente un micromanomètre en usage au Laboratoire national de Physique pour la mesure des pressions dues aux courants d'air. — M. **C. V. Boys** présente un modèle de diabolo qu'il est impossible de faire tourner, parce qu'il a ses moments d'inertie identiques par rapport à l'axe de symétrie rotationnelle et par rapport à l'axe transverse. — M. **H. A. Wilson** présente un gyroscope illustrant le tramway monorail de Brennan.

SOCIÉTÉ DE CHIMIE DE LONDRES

Séance du 7 Novembre 1907.

MM. **H. B. Baker** et **M. Baker** ont trouvé que Az^2O^3 liquide peut être mis sous l'état gazeux si on le dessèche complètement. Les déterminations de densité par la méthode de V. Meyer montrent que le gaz est composé en partie de molécules simples Az^2O^3, en partie de molécules doubles Az^4O^6. Le liquide est vert à la température ordinaire, bleu au-dessous de — 2°; il se solidifie en cristaux bleu sombre dans l'air liquide. — MM. **H. B. Baker** et **Al. H. Bennett** ont essayé de dédoubler le tellure par dix méthodes de fractionnement; mais ils n'ont trouvé aucune différence entre les diverses fractions. Le poids atomique de cet élément a été trouvé égal à 127,60. — M. **M. H. Godby** a préparé un sulfite double de sodium et de potassium cristallisé $KNaSO^3$. Chauffé avec l'iodure d'éthyle, il donne un sel qui cristallise de l'alcool bouillant et dont la composition est voisine de $4(KC^2H^5SO^3)NaI$. — MM. **M. O. Forster** et **Th. Jackson** ont préparé, au moyen de l'aminocamphre et de CS^2, l'acide camphoryldithiocarbonique, $C^{10}H^{15}O.AzH.CS.SH$, F. 128°, dont l'oxydation par l'acide nitreux fournit la camphorylthiocarbimide, $C^{10}H^{15}O.Az:C:S$, F. 106°,5. — M. **R. T. Lattey** a déterminé les tensions de vapeur de la triéthylamine, de la 2 : 4 : 6-triméthylpyridine et de leurs mélanges avec l'eau. Pour ces derniers, la courbe présente un maximum quand la composition de la vapeur et celle du liquide sont identiques. — Le même auteur déduit des tensions de vapeur, des constantes critiques et du coefficient thermique de l'énergie moléculaire superficielle que la triéthylamine est un liquide monomoléculaire. — MM. **F. B. Power** et **F. Tutin** montrent que les formules proposées par Mossler pour l'homoériodictyol (ériodyctionone) ne sont pas exactes, car elles n'expliquent pas la formation, signalée par eux, de phloroglucinol et d'acide férulique par traitement avec les alcalis. De plus, l'homoériodictyol n'est pas un composé optiquement actif. — MM. **W. J. Pope** et **Ch. S. Gibson**, en faisant réagir le bromure aurique sur C^2H^5MgBr, ont obtenu le bromure diéthylaurique $(C^2H^5)^2AuBr$, soluble dans les solvants organiques, F. 58° avec décomposition légère, se volatilisant dans le vide. — MM. **P. C. Ray** et **P. Neogi**, en faisant réagir le nitrite mercureux sur l'iodure de méthyle, ont obtenu le nitrite de méthyle et le nitrométhane. La réaction est générale avec les iodures d'alkyle. — MM. **J. E. Marsh** et **R. de J. F. Struthers**, en chauffant le camphre avec une solution alcaline de chlorure mercurique et précipitant par l'acide acétique glacial, ont obtenu le dimercuri-iodure de camphre, $C^{10}H^{14}O.Hg^2I^2$. Du filtrat, on peut précipiter par KI le composé $C^{10}H^{15}O.HgI$. — M. **G. G. Henderson**, en traitant le limonène par le chlorure de chromyle, a obtenu un produit d'addition qui, distillé par la vapeur, fournit : une aldéhyde $C^{10}H^{14}O$, Eb. 221°-222°, se convertissant à l'air en un acide $C^{10}H^{14}O^2$, F. 172°, oxydable par l'acide nitrique en acide *p*-toluique; une cétone, $C^9H^{12}O$, Eb. 112-113° sous 15 mm., qui, chauffée en tube scellé avec le formiate d'ammonium, fournit le dérivé formylique d'une amine $C^9H^{13}AzH^2$. — MM. **A. Senier** et **A. Compton**, par l'action de CH^2Cl^2 sur les xylidines, avec ou sans xylénols, ont préparé des méthylènediamines, qui, au moyen de la méthode d'Ullmann, sont transformées en acridines. — MM. **M. Barrowcliff** et **F. Tutin** ont retiré des racines de *Morinda longiflora* un peu d'hydroxyméthoxyméthylanthraquinone et d'éther monoéthylique de l'alizarine, des acides gras, un phytostérol $C^{27}H^{46}O$, F. 130°, et un sucre qui forme de la *d*-phénylglucosazone. L'extrait des feuilles renferme, en outre, un peu d'hentriacontane et un alcool cristallisé, $C^{31}H^{64}O^2.OH$, F. 278°, $[\alpha]_D = +65°,9$, que les auteurs nomment morindanol. — MM. **A. R. Smith** et **J. F. Thorpe** montrent que l'α-cyano-γ-phénylacétocétate d'éthyle est un composé défini, F. 25°; Eb. 178° sous 20 mm.; c'est un acide fort, décomposant les carbonates en donnant des sels stables. Le sel d'Ag, traité par C^2H^5I, fournit un mélange d'α-cyano-γ-phényl-α-éthyl-acétoacétate et d'α-cyano-β-éthoxy-γ-phénylcrotonate d'éthyle. — M. **W. O. Wootton** a préparé diverses amides et imides de l'acide camphorique. — M. **F. Tutin** montre que la *d*-phénylglucosazone pure fond à environ 217° et non à 205°, comme l'a indiqué Em. Fischer. — MM. **A. Lapworth** et **E. Wechsler** étudient la constitution des produits obtenus dans la réaction de la cyanodihydrocarvone avec le nitrite d'amyle et C^2H^5ONa.

SOCIÉTÉ ALLEMANDE DE PHYSIQUE

Séance du 30 Septembre 1907.

M. **L.-W. Austin** adresse un Mémoire sur la *production au moyen de l'arc voltaïque des oscillations électriques rapides*. On sait que M. W. Duddell, en 1900, décrivait des expériences suivant lesquelles un son musical est engendré en insérant, en parallèle avec un courant continu, une self-induction et une capacité convenables. Les causes de ce phénomène n'ont pas encore été parfaitement élucidées, bien que M. Duddell indique les conditions nécessaires pour produire ces oscillations. Suivant ce savant, le mécanisme du phéno-

mène serait le suivant : Le shunt étant relié au circuit, disposé comme il a été dit, une partie du courant, se rendant dans le condensateur, est soustraite à l'arc voltaïque ; comme, cependant, la différence de potentiel s'accroît par une diminution de l'intensité du courant dans l'arc, la charge du condensateur est augmentée. Lorsque, par contre, le condensateur se décharge à travers l'arc voltaïque, l'intensité du courant étant augmentée, la différence de potentiel diminuera jusqu'à décharge complète ; après quoi, le même jeu commencera de nouveau. Une autre théorie de ce phénomène est due à M. Maisel, suivant lequel le signe de dV/dJ dans l'arc voltaïque serait sans influence, la présence d'oscillations dépendant exclusivement de la température de l'électrode négative. Suivant ce savant, la température de l'électrode, le courant dans l'arc voltaïque étant affaibli par la charge du condensateur, tomberait jusqu'à extinction de l'arc, qui, un moment après, se remettrait à brûler, par le reflux de la charge du condensateur, pourvu que la température ne soit pas tombée trop bas. Le Professeur F.-A. Fessenden, en 1902, proposait l'emploi d'un éclateur alimenté par du courant continu ou un arc voltaïque, comme source de rayonnement, pouvant servir dans la télégraphie sans fil, en insistant sur l'avantage d'un potentiel élevé et de la formation de l'arc voltaïque au sein d'une atmosphère comprimée. M. Simon vient de publier une théorie du même phénomène, basée sur sa théorie de l'arc voltaïque et qui concorde avec les déductions de Duddell et de Janet. Enfin, M. Poulsen, postérieurement au commencement du présent travail, a publié ses expériences faites pour la production d'oscillations nourries, d'une fréquence allant jusqu'à 1 000.000 par seconde, oscillations qui ont été utilisées avec succès dans la télégraphie sans fil. M. Austin se sert, comme source de courant, d'une installation à courant continu de 240 volts, remplacée parfois par une installation à 120 volts. La figure 1 représente la disposition de l'expérience : A est un ampèremètre, B un voltmètre, H un instrument à fil chaud, C une capacité se composant d'un ou de plusieurs petits condensateurs de mica, de 0,04 microfarad chacun, L une self-induction de 0,009 millihenry. Le circuit secondaire se compose d'un condensateur variable à air C', d'un instrument à fil chaud H', d'une self-induction L' de 25 spires du même fil que la self primaire (qui en contient trois) et d'une bobine de self-induction variable employée parfois comme supplément. D'accord avec les résultats de M. Salomonson, ces expériences font voir que l'arc musical ordinaire à électrodes graphitiques est capable d'engendrer des trains d'ondes de plusieurs centaines de milliers de vibrations par seconde. Dans le cas de l'arc à électrodes de graphite, les oscillations examinées dans le circuit secondaire présentent trois fréquences d'intensités décroissantes, correspondant, semble-t-il, aux trois harmoniques supérieures. Cela prouve que les ondes, loin d'être sinusoïdales, ne sont pas même symétriques. La fréquence s'accroît pour des intensités croissantes du courant continu et pour des longueurs décroissantes de l'arc. La disposition en série de plusieurs arcs voltaïques diminue également la fréquence. Cette dernière, par contre, ne varierait pas avec l'intensité des vibrations. Il est impossible d'intercaler, dans le circuit vibratoire en dérivation, une résistance sensible sans détruire les oscillations. L'énergie s'accroît fortement en formant l'arc voltaïque au sein de l'hydrogène ou de la vapeur d'eau. Lorsque l'arc voltaïque est formé au sein de l'air atmosphérique à la pression de 6 atmosphères, entre des électrodes d'argent ou de cuivre, l'intensité du courant continu étant inférieure à 0,2 ampère et la tension dans le circuit de 4.500 volts, l'arc voltaïque présente toutes les propriétés d'une décharge par étincelles très rapide. La fréquence, dans ce cas, est indépendante de l'intensité du courant continu et de la longueur de l'arc, n'étant déterminée que par la self-induction et la capacité du circuit vibratoire. L'auteur ne détermine que la fréquence du son fondamental ; l'onde, semble-t-il, est sinusoïdale. A l'inverse de ce qu'on constate dans le cas des arcs à basse tension, on peut intercaler dans le circuit dérivé des résistances de plusieurs centaines d'ohms, privant, par là, les oscillations de plus de 60 % de l'énergie possible suivant les calculs. L'arc à haute tension est presque exempt de bruits sibilants, tels qu'on les observe toujours dans le cas des bas potentiels. Aussi se prête-t-il de préférence aux expériences de téléphonie sans fil.

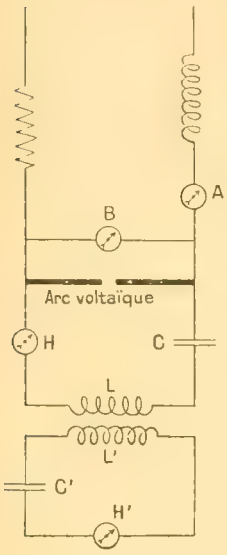


Fig. 1. — *Dispositif de M. L. W. Austin.*

ALFRED GRADENWITZ.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 7 Novembre 1907.

1° SCIENCES PHYSIQUES. — M. N. **Stucker**, par une série d'essais, vérifie la formule, déduite de la théorie d'Helmholtz, donnant la position des nœuds dans un tuyau fermé d'un seul côté, et montre que le rapport des membres de correction aux rayons du tuyau correspondants n'est pas égal à $\pi/4$, mais à 0,583. — M. R. **Wegscheider** propose une théorie de la saponification des éthers glycériques, qui suppose une saponification par degrés avec formation intermédiaire de mono- et de diglycérides isomères.

2° SCIENCES NATURELLES. — MM. A. **Spitz** et G. **Dyhrenfurth** présentent leurs études sur la tectonique des dolomites de la Basse-Engadine centrale. — M. F. **Heritsch** : Etudes géologiques dans la zone des grauwackes des Alpes du Nord-Est. I : Les environs de Hohentauern.

Séance du 14 Novembre 1907.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. H. **Wieleitner** : Sur quelques rapports entre les quartiques spéciales. — M. O. **von Lichtenfels** : Sur une formule de cubature.

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. K. **Siegl** a mesuré le pouvoir d'émission de quelques roches, de l'eau et de la glace au moyen d'une colonne thermique et a calculé, d'après la loi de Paschen, les constantes de rayonnement. — M. V. F. **Hess** a analysé le rayonnement du radio-plomb. La diminution du rayonnement total des préparations présente, au bout de deux à trois semaines, la constante de RaF ; auparavant, elle est plus rapide, sans atteindre la constante de RaE_2. Cette perturbation à l'origine doit être attribuée à un rayonnement restant, faible et peu pénétrant, dérivant du rayonnement de RaE_2. La constante de diminution de moitié du rayonnement β de RaE a été trouvée égale à 4,9 jours dans les 15 premiers jours, puis à 6,2 jours ensuite ; ce fait confirme l'existence de deux produits successifs RaE_1 et RaE_2 dans RaE. — M. G. **Mossler**, en chauffant les amides des acides gras α-bromés avec une lessive alcaline, a obtenu une élimination de HBr et de HCAz avec formation de cétones ou d'aldéhydes suivant que l'atome de Br est lié à un carbone tertiaire ou secondaire. — M. M. **Samec** a constaté que le muscle du cou donne beaucoup moins de leucine pure qu'on ne le croyait ; celle-ci, oxydée par le permanganate, fournit, entre autres, de l'acide valérique normal. — M. W. **Traxl** a reconnu que la désamidoédestine, obtenue par l'action de l'acide nitreux sur l'édestine, contient, à l'inverse des autres désamidoprotéines, plus d'azote que la matière originelle, tandis que la teneur en C,H et S a peu varié. L'hydrolyse ne donne

pas de lysine et beaucoup moins d'arginine qu'avec l'édestine. — M. **J. Zellner** a analysé le champignon *Trametes suaveolens*. Il contient relativement beaucoup de sulfate de chaux et peu d'acide phosphorique, une graisse, un ferment lipolytique, deux corps du groupe de l'ergostérine, du mycose, du glucose, des hydrates de carbone amorphes, un pentosane, un peu d'albuminoïdes, un corps volatil à odeur d'anis et un corps semblable à l'amanitol.

Séance du 21 Novembre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **R. Leitinger**, partant du fait que le principe du moindre effort de Gauss, pour des coordonnées rectangulaires, se déduit très facilement des équations de Lagrange de première espèce, a recherché si, d'une façon analogue, on ne pourrait le faire dériver, en coordonnées généralisées, des équations de Lagrange de deuxième espèce sous la forme donnée par Boltzmann pour des coordonnées non holonomes. On y arrive très facilement pour les coordonnées scléronomes; dans le cas des coordonnées rhéonomes, il faut utiliser la disparition d'un certain déterminant. — M. **J. M. Pernter** présente un Rapport au nom d'une Commission qui a exécuté diverses observations et mesures au sommet du Sonnwendstein, pour reconnaître si cette montagne répondait aux conditions d'établissement d'un observatoire solaire. La comparaison des observations avec celles faites simultanément à Vienne montre que le Sonnwendstein constitue un point très favorable.

2° Sciences physiques. — M. **A. Wassmuth** a soumis à la torsion des barreaux de divers métaux et mesuré l'élévation de température pendant la détorsion. Dans les limites de l'élasticité, les valeurs obtenues concordent avec celles d'autres observateurs. Voici les valeurs de $\eta \times 10^4$ qui s'en déduisent : acier 3,22; Ni 4,105; Cu 4,55; Au 4,35; Pt 2,22; Pd 2,9. — MM. **J. Pollak** et **H. Feldscharek** ont remarqué que, dans la distillation ou l'ébullition prolongée des acides-éthers-oxydes, nitrés ou non, il se forme toujours, en quantité variable, les éthers-sels de ces acides; ainsi, c'est le cas de l'acide nitrotriméthylpyrogallolcarbonique. La présence de groupes nitrés ou de plusieurs restes méthoxyles favorise cette réaction. — MM. **J. Pollak** et **J. Goldstein** ont constaté que, dans l'action de l'acide ntirique sur l'éther triméthylique du pyrogallol, il se forme toujours à côté du dérivé nitré la quinone, tandis qu'avec l'éther triéthylique, si c'est généralement aussi le cas, on peut, dans des conditions déterminées, n'obtenir que le dérivé nitré.

ACADÉMIE ROYALE DES LINCEI

Séances de Novembre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. **E. Millosevich** transmet ses observations des comètes *c* Giacobini, *d* Daniel et *e* Mellish 1907, exécutées à l'équatorial Steinheil-Cavignati de l'Observatoire astronomique du Collège Romain. — M. **T. Boggio** donne une méthode d'intégration de l'équation fonctionnelle relative à la chute d'une sphère dans un liquide visqueux, en supposant que, le liquide et la sphère étant soumis à l'action de la gravité, le premier se trouve dans un état déterminé de mouvement initial, et la sphère soit projetée verticalement avec une vitesse initiale donnée. — M. **L. Orlando** et M. **E. E. Levi** s'occupent, dans deux notes différentes, de quelques équations intégrales. — M. **G. Zappa** étudie le choix le plus opportun des déclinaisons stellaires pour déterminer les constantes des instruments, azimut et collimation, et l'erreur de l'horloge en faisant usage de l'instrument des passages au méridien sans inversion.

2° Sciences physiques. — M. **C. Viola** indique la manière de déterminer les indices principaux de réfraction d'un cristal, à l'aide des plans de polarisation. — MM. **A. Battelli** et **A. Stefanini** reprennent leur étude sur la relation qui existe entre la tension superficielle et la pression osmotique, pour répondre à des remarques que l'on a faites aux considérations théoriques qui démontreraient que, pour des dilutions suffisamment étendues, on doit considérer comme iso-osmotiques les solutions qui ont un égal degré de tension superficielle. — M. **L. Magri** décrit quelques intéressants phénomènes lumineux présentés par l'étincelle électrique, lorsqu'on fait passer la décharge dans l'air comprimé; l'étincelle, avec une décharge oscillatoire, est très lumineuse, et montre une série de stratifications analogues à celles que l'on observe dans les tubes à vide, mais moins régulières; on réussit à les fixer par la photographie. — M. **P. Rossi** rappelle que M. Zambonini avait déjà signalé la cotunnite comme un minéral du Vésuve qui présente une radio-activité plus grande que tous les minéraux volcaniques étudiés jusqu'ici; les observations de M. Rossi prouvent que la cotunnite ne renferme pas, au moins d'une manière appréciable, du radium, mais qu'elle est activée par les substances qui forment l'activité induite du radium à lente évolution (radio-plomb) c'est-à-dire RaD, RaE, RaF. — M. **B. L. Vanzetti**, en étudiant la diffusion des électrolytes dans les solutions aqueuses et dans les gélatines, trouve confirmée l'hypothèse de l'existence d'une relation entre les mobilités électrolytiques des substances et leur vitesse de diffusion dans l'eau. — M. **A. Colombano** avait déjà, avec M. Oddo, émis des doutes sur l'identité de composition des solanines extraites des différentes variétés des *Solanum*, et même à diverses périodes de végétation de la même plante. Des recherches expérimentales ont permis à M. Colombano d'établir que, pour une variété déterminée, le *Solanum* présente toujours les mêmes caractères, mais que la solanine du *S. tuberosum* est essentiellement différente de celle du *S. sodomaeum*. — MM. **A. Colombano** et **C. Leonardi** étudient quelques dérivés azoïques du gaïacol qu'ils ont préparés. — M. **L. Cambi** poursuit ses recherches sur les sels de Roussin, pour donner une base expérimentale à son hypothèse sur la constitution de ces sels. — M. **C. Gialdini** donne le résultat de ses recherches sur quelques sels complexes de l'iridium. — M. **L. Mascarelli** expose quelques considérations sur les équilibres dans des systèmes ternaires. — M. **M. Padoa** décrit ses observations sur la vitesse de cristallisation des mélanges isomorphes.

3° Sciences naturelles. — M. **R. Perotti** décrit ses recherches sur la manière de se comporter de la chaux azotée comme engrais, qui confirment que, par une action biochimique, les produits toxiques de l'engrais sont ammonisés et rendus inoffensifs pour les plantes.

Ernesto Mancini.

ACADÉMIE DES SCIENCES D'AMSTERDAM

Séance du 26 Octobre 1907.

1° Sciences mathématiques. — M. C. H. Wind présente au nom de M. **E. van Everdingen** : *Relation entre la mortalité des enfants et les hautes températures*. Dans les « Communications statistiques » de la Ville d'Amsterdam, MM. Saltet et Falkenburg ont publié une étude : « La mortalité des enfants aux Pays-Bas (dans les années 1881-1905) ». Ces auteurs y constatent l'existence d'un maximum prononcé de mortalité des enfants âgés de moins d'une année dans les mois d'été et cherchent une relation entre la valeur de ce maximum, dans les diverses localités et les différentes périodes de temps, et les températures moyennes des mois. Leur résultat fut négatif. Ils disent : « Dans la plupart des cas, il n'y a pas de parallélisme entre les températures et la mortalité infantile. Les diagrammes montrent qu'il y a une relation entre l'état de l'air dans l'été et la mortalité des nourrissons. Mais ce n'est pas la hauteur de la température qui domine cette mortalité. » M. van Everdingen démontre, au contraire, qu'une autre méthode d'investigation mène à un résultat positif bien prononcé; ses résultats sont : 1° Les oscillations de la mortalité infantile ne montrent

pas de rapport sensible ni avec les moyennes mensuelles des températures pour ces mois, ni avec les moyennes des variations diurnes de la température; 2° Le nombre des jours à température maximum au-dessous de 25° (jours d'été), compté depuis le 16 mai au 15 juin, depuis le 16 juin au 15 juillet, etc., montre des oscillations s'accordant, dans la plupart des cas, en signe avec les oscillations de la mortalité des enfants en juin, juillet, etc.; 3° En comparant les déviations du nombre des « jours d'été » et celles de la mortalité infantile pendant une période commençant et se terminant quinze jours plus tard (différence de phase), la mortalité des nouveau-nés augmente de 5 °/₀ à Groningue et de 4 °/₀ à Utrecht pour chaque jour d'été. — **M. J. P. van der Stok** : *Analyse des courbes de fréquence de la température de l'air.* La question de la manière dont les particularités caractéristiques de courbes de fréquence de différentes formes peuvent être rendues dans une forme analytique flexible a été étudiée en détail dans une publication récente de M. H. Bruns (Wahrscheinlichkeitsrechnung und Kollektivmasslehre). Dans cette communication-ci, M. van der Stok fixe l'attention sur la méthode d'opération recommandée par M. Bruns, et en fait l'application aux nombres de fréquence se rapportant à la température de l'air, déduite d'observations faites six fois par jour, depuis 1882 jusqu'à 1904, à bord du bateau-phare *Schouwenbank*.

2° Sciences physiques. — **M. P. Zeeman** : *Les intensités des composantes des raies spectrales décomposées par le magnétisme.* Si un champ magnétique transforme une raie spectrale en triplet, les composantes extrêmes et la composante moyenne ont, en général, des intensités différentes. D'après la théorie élémentaire du phénomène de la décomposition magnétique donnée par Lorentz, il y a un rapport simple entre ces intensités. On doit avoir $I_1 = \frac{1}{2} I_2 = I_3$, où I_1, I_3 sont les intensités des composantes extrêmes, tandis que I_2 représente l'intensité de la composante moyenne. Seulement, on a observé beaucoup de cas où, au contraire, l'intensité des composantes extrêmes surpasse celle de la composante moyenne. Ici M. Zeeman fixe l'attention sur une catégorie de cas où cette contradiction apparente s'explique en tenant compte d'une circonstance, ignorée jusqu'à présent sous ce rapport: l'action polarisante des réseaux de Rowland, qui varie avec la direction des vibrations par rapport aux cannelures du réseau. Il expérimente sur la raie 5769,4 du mercure; une planche en donne des reproductions agrandies trente fois. Le résultat est conforme à la loi de Lorentz, si une plaque de quartz tournant le plan de polarisation de 45° se trouve avant la fente, etc. — **M. P. van Romburgh** : *Le lupéol.* — M. S. Hoogewerff présente au nom de **M. R. A. Weerman** : *Action de l'hypochlorite de potasse sur l'amide de l'acide cinnamique.* Seconde communication (pour la première, voir *Rev. gén. des Sc.*, t. XVII, p. 1044), qui paraîtra *in extenso* dans le *Recueil*.

3° Sciences naturelles. — **M. L. Bolk** : *Le cheveu rouge forme-t-il une nuance ou une variété?* On croit ordinairement que le type à cheveux rouges est en rapport intime avec la race blonde, caractérisée, quant à la pigmentation, par des cheveux blonds et des yeux bleus. Ainsi, d'après M. Topinard, le type rouge se développe du type blond « par une action de milieu ». M. Bolk a fait une statistique des écoliers à cheveux rouges des différentes provinces des Pays-Bas (comparez la communication antérieure sur la distribution des types de blonds et de bruns, *Rev. gén. des Sc.*, t. XV, p. 572) pour connaître le pourcentage des types rouges par rapport à celui des types blond et brun. Ses résultats sont déposés dans le Tableau I suivant. Ils prouvent que, dans ces provinces, la distribution des types rouges est partout la même et ne varie pas avec le pourcentage du type brun. — **M. C. A. Pekelharing** présente en son propre nom et au nom de **M. J. W. A. Gewin** : *La relation entre la pepsine et la chymosine.* Les deux facultés du suc de l'estomac celle de digérer de l'albumine et celle de coaguler le lait, sont attribuées souvent à la présence de deux enzymes différentes : la pepsine et la chymosine. Cette opinion se base sur des expériences faites par Hammarsten. Cependant, dans les derniers temps, on a élevé des doutes sur ce point : en 1904, Pawlow et Parastschuk ont publié une étude où ils démontrent que la pepsine et la chymosine ne forment qu'une même substance ; au contraire, Bang et Schmidt-Nielsen ont défendu le point de vue de Hammarsten. Dans sa thèse, M. Gewin explique quelques contradictions apparentes remarquées par M. Bang dans l'étude de M. Pawlow ; c'est ce que fait ressortir M. Pekelharing. — **M. C. Winkler** présente au nom de **M. G. van Rynberk** : *Sur l'asservissement segmental de la peau par les nerfs du système sympathique chez les Vertébrés, déduit d'expériences sur l'asservissement des cellules de pigment par les nerfs chez les soles et celui des muscles moteurs des poils chez les chats.*

P. H. Schoute.

Tableau I. — *Répartition des types blond, brun et rouge en Hollande.*

PROVINCE	TOTAL	CHEVEUX BLONDS YEUX BLEUS	CHEVEUX NOIRS YEUX BRUNS	CHEVEUX ROUGES
Frise	33.053	14.282 = 43,2 %	566 = 1,7 %	857 = 2,5 %
Groningue	32.223	13.401 = 41,3	446 = 1,4	755 = 2,3
Drenthe	15.169	5.959 = 39,4	205 = 1,3	422 = 2,7
Over-Ysel	41.389	14.713 = 35,5	689 = 1,6	919 = 2,2
Gueldre	46.786	16.078 = 34,4	1.340 = 2,8	1.198 = 2,5
Hollande méridionale	108.073	33.943 = 31,4	2.712 = 2,5	2.640 = 2,4
Hollande septentrionale	97.050	30.291 = 31,2	1.791 = 1,8	2.472 = 2,5
Utrecht	22.017	6.626 = 30,1	528 = 2,4	545 = 2,5
Zélande	20.986	5.707 = 28,4	834 = 4,1	395 = 1,8
Brabant septentrional	41.155	9.173 = 22,3	1.661 = 4 —	1.072 = 2,6
Limbourg	21.902	4.790 = 21,8	1.013 = 4,7	497 = 2,2

Erratum : page 947 de ce tome, deuxième colonne, dans le compte rendu précédent :

A échanger $\begin{matrix} T_1 T_2 \\ T_2' T_1' \end{matrix}$ et $\begin{matrix} V_1 V_2 \\ V_2' V_1' \end{matrix}$ en $\begin{matrix} T_1 T_1 \\ T_1' T_2' \end{matrix}$ et $\begin{matrix} V_1 V_1 \\ V_1' V_2' \end{matrix}$

Le Directeur-Gérant : Louis Olivier.

Paris. — L. Maretheux, imprimeur, 1, rue Cassette.

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVIII DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

(DU 15 JANVIER AU 30 DÉCEMBRE 1907)

I. — CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

Astronomie et Géodésie.

J. J. Landerer. — Le passage de Mercure sur le Soleil du 14 novembre 1907 95
Détermination spectrographique des éléments de l'orbite terrestre 1
Sirius. 50
Mesures sur les satellites des planètes. 89
Castor, étoile quadruple. 130
Action d'une masse intra-mercurielle sur la longitude de la Lune. 130
Mouvement du Soleil relativement aux étoiles les plus faibles 179
La distance des étoiles fixes 179
Les taches solaires et le magnétisme terrestre 219
Mouvement accéléré de la tache rouge de Jupiter . . 219
Sur un cas asymptotique du problème des trois corps. 261
Sur le spectre des étoiles nouvelles 303
Disparition apparente des quatre satellites de Jupiter. 342
La figure des planètes. 386
Le retour de la comète de Halley 430
Les chocs dans le problème des trois corps 478
Le cratère Linné 479
Détermination des dimensions absolues des étoiles variables 525
Les éléments de Vénus 565
Recherches sur les excentricités des comètes . . . 565
La parallaxe de la 61e du Cygne. 609
Crevasses lunaires et canaux de Mars 649
Les albedos des planètes supérieures. 693
Découverte de l'étain dans les atmosphères stellaires. 773
Cadran solaire portatif 813
Les erreurs dans les mesures à l'estime 857
L'observation des surfaces planétaires. 905
La variabilité des petites planètes. 950
Les détails de la surface de Jupiter 989

Botanique et Agronomie.

Clerget (Pierre). — La conservation de l'eau. 181
— La protection et l'aménagement de la montagne. 529
— La production et la consommation du thé. . . . 775
Fleury (Ernest). — Tératologie végétale ; anomalies provoquées par quelques Urédinées 4
— La variabilité des feuilles végétatives du *Prunus spinosa* L. 221
L'influence des couleurs du spectre sur la sporulation des *Saccharomyces* 304
Applications de l'électricité à la culture 951

Chimie.

Gradenwitz (A.). — Dispositifs industriels pour la fixation de l'azote 220
Leturc (Emile). — La pasteurisation du vinaigre de vin. 264
Ramsay (W.). — La désagrégation de l'atome chimique. 651
La Table internationale des poids atomiques pour 1907. 179
Une théorie thermo-chimique de l'assimilation. . . . 180
Une chlorophylle animale. 345
Les actions électrolytiques dans le ciment armé. . . 389
Un nouveau procédé d'extraction du fer. 481
Un nouveau procédé de conservation des bois. . . . 568
La Chimie à la Réunion annuelle de la Société helvétique des Sciences naturelles, à Fribourg (Suisse). 695
Sur la synthèse de l'anhydride nitreux 908

Distinctions et solennités scientifiques.

Election de M. H. Douvillé à l'Académie des Sciences. 385
Election de M. H. Le Chatelier à l'Académie des Sciences 385
Le Cinquantenaire de la Société Chimique de France. 477
Les médailles de la Société Royale de Londres . . . 949
Elections à la Société Royale des Sciences d'Upsal. . 949

Electricité industrielle.

Gradenwitz (Alfred). — Une station géante de télégraphie sans fil. 3
— Expériences de téléphonie sans fil. 131
L'emploi des électro-aimants à la manutention des pièces de fer. 91
La traction électrique sur les chemins de fer. . . . 263
Emploi de conducteurs électriques en sodium 388
Dispersion du brouillard et des fumées par l'électricité. 432
Un nouvel appareil pour l'étude des courants alternatifs 480
Nouvelle ligne électrique en Italie 480
Les tramways électriques à trolley sans rails en Allemagne 527
Chemins de fer à courant alternatif simple 527
Les turbines à vapeur dans les usines électriques . . 567
Emploi de l'électricité pour le dégel des conduites d'eau. 610
La lampe à arc à oxydes métalliques 650
Les automobiles électriques en Amérique. 650
Emploi de l'arc électrique pour couper l'acier 695
Emplois nouveaux du tantale. 736
Un nouveau système de téléphonie sans fil 774
Analyse des pertes éprouvées dans la conversion de l'énergie calorique du charbon en électricité . . . 814
Les progrès du chauffage électrique aux Etats-Unis. . 857
La télégraphie sans fil sur les navires de commerce. 951
La corrosion électrolytique dans les canalisations souterraines. 991

Enseignement, Universités et Sociétés.

Tassilly (E.). — Le 25e anniversaire de la fondation de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris. 652
Projet de monument à Lamarck. 6
L'Enseignement à la Guyane française. 92
Personnel universitaire. . 134, 222, 391, 570, 696, 737, 953
Conservatoire des Arts et Métiers 134
Bourses des Curie. 134
Cours de la Sorbonne. 134
L'Institut Océanographique 182
Le Muséum de la Réunion 182

L'Enseignement scientifique dans les Lycées. 222
Le Conseil de l'Université de Paris 266
Le prix Saintour au Collège de France. 266
Laboratoire maritime de Wimereux. 266
Université de Lausanne. 266
Bureau des Longitudes 266
Le Budget de l'Instruction publique de 1907. 305
L'Université de Paris 305
L'échange international des professeurs. 306
Congrès international pour les études solaires. . . . 347
A propos des réformes du P. C. N. 390
Un legs de quatre millions à l'Université de Paris. . 391
Association des anatomistes. 391
L'entomologiste Latreille 391
L'enseignement médical des hôpitaux 434
Le concours de l'Ecole Normale Supérieure et des bourses de licence 434
Association italienne pour l'avancement des Sciences. 434
La *Revue de l'Enseignement des Sciences* 482
Les Laboratoires scientifiques du Mont-Rose. 482
La *British Science Guilde* 482
La Station de recherches de Meudon 570
Les nouveaux agrégés des Sciences anatomiques et physiologiques dans les Facultés de Médecine . . 570
Les Amis de l'Université de Paris 613
Les grandes bourses de voyage de l'Université de Paris 696
Projet d'Université à Alger 737
Ecole de Médecine de Marseille. 777
Un Congrès d'étudiants à Bordeaux 816
L'Institut électrotechnique de l'Université de Grenoble. 859
Au Congrès des médecins praticiens. 859
Le nouveau doyen de la Faculté de Médecine de Paris. 953
La bibliothèque Carnegie à Edimbourg. 953
Une Ecole de Papeterie à l'Université de Grenoble. . 994
Une Ecole mondiale à Bruxelles. 994
Les étudiants en Allemagne. 994

Génie civil.

Audouin (E.). — La Loire navigable. Essais du système Audouin 1
Gradenwitz (A.). — Les ballons captifs dans l'armée allemande 50
Les récents progrès des moteurs à gaz et gazogènes. 130
Les accidents d'appareils à vapeur. 262
La protection des théâtres contre l'incendie 343
Le mouvement de la navigation dans les ports français en 1905. 387
Les moteurs des sous-marins 430
Les roulements à billes sur les voitures de chemins de fer. 478
Le tonnage des cuirassés modernes 525
Les incendies à bord des navires 566
Le sauvetage des navires par l'air comprimé. 609
Le Concours chronométrique de Besançon. 649
Les turbines à vapeur de l'usine Moabit à Berlin. . . 694
Les derniers perfectionnements de la torpille automobile 733
La question des fumées à Paris 905
La régénération de l'air dans les sous-marins . . . 990
Le premier Congrès international des industries frigorifiques. 994

Géographie et Colonisation.

Clerget (Pierre). — La transformation de l'Océanie . 6
— La production et la consommation du cacao. . . 53
— La question d'Abyssinie et le chemin de fer de Djibouti. 952
Le télégraphe trans-saharien 993
Riggelsperger (Gustave). — L'exploration du massif du Rouvenzori 132
— Les expéditions arctiques de Peary et d'Amundsen. 346
— Les récentes explorations de l'Himalaya. 568
— L'Expédition du Dr Stein dans l'Asie centrale. . . 816
— L'Exposition agricole de Palime (Togo). 909
Les pigeons voyageurs aux colonies. 6
A la Société de Géographie de Paris. 390
La *Revue du Monde musulman*. 434

Géologie, Minéralogie et Paléontologie.

Clerget (Pierre). — L'action comparée de l'érosion torrentielle et de l'érosion glaciaire 433
Douxami (H.). — Le Musée houiller de l'Université de Lille 610
Fleury (Ernest). — L'origine des phosphates de chaux naturels 91
Wyrouboff (G.). — A propos des bases de la Cristallographie 304
Forages artésiens en Algérie. 651
Les forages artésiens dans le sud de l'Algérie 775
Radium et géologie. 992

Mathématiques.

Récentes applications de la théorie des équations intégrales. 303

Météorologie et Physique du Globe.

Gradenwitz (A.). — L'Observatoire aéronautique de Lindenberg. 693
— Les ondes électriques au service de la Météorologie. 773
Radio-activité de la pluie 430
Verres colorés pour l'observation des nuages 566
Une « grotte soufflante » au Puy-de-Dôme 733
Projet d'organisation d'un réseau météorologique mondial 813

Nécrologie.

Bakhuyzen (H. G. van de Sande). — H. W. Bakhuis Roozeboom. 302
Guntz (A.). — H. Moissan. 301
Hamy (Maurice). — Maurice Lœwy. 949
Moreux (Abbé Th.). — Miss Agnes Mary Clerke . . . 429
D'Ocagne (M.). — Le colonel Laussedat. 341
Regelsperger (G.). — Le prof. Angelo Heilprin. . . . 993
Réveille (J.). — Le colonel Mannheim. 49
Révil (J.). — Marcel Bertrand et son œuvre géologique. 217
Sulzer (D. E.). — Louis-Emile Javal 177
Alexandre Herzen. 89
Ernesto Cesàro 129
Marcel Bertrand. 177
Henri Moissan. 177
Edouard Hospitalier. 261
Marcelin Berthelot 301
D. J. Mendéléeff. 386

Physique.

Boulanger (Ch.). — La reproduction des couleurs par la photographie 527
Gradenwitz (Alf.). — Les flammes électriques 526
— La transmission, au moyen des ondes électromagnétiques, des écritures, dessins et photographies. 906
Guillaume (Ch. Ed.). — L'unité des longueurs d'ondes lumineuses 344, 479
Henry (E.). — Les appareils de démonstration pour les expériences de pression atmosphérique. . . . 345
La photographie à distance 3
L'action des oscillations électriques sur les corps aimantés 52
Un photomètre au sélénium. 90
Recherches bolométriques sur l'énergie des rayons X. 91
Sur la conductibilité du cohéreur due à une action mécanique 179
Un dispositif pour mesurer l'intensité des rayons X. . 219
Un nouvel appareil de démonstration pour les expériences de pression atmosphérique 262
Images de médailles produites par les rayons X et du radium 304
Phénomènes présentés par les feuilles d'aluminium dans les champs électrostatiques 387
La conductivité électrique et la force thermo-électrique des composés de métaux lourds. 431
Une modification du marteau électromagnétique . . . 567
Un nouveau dispositif pour étudier les rayons Becquerel 650
Sur l'anomalie des images dans la vision à travers une fente étroite 694
Un photomètre photo-électrique. 734
La quatrième Conférence internationale des Poids et Mesures. 814

Le fonctionnement des générateurs d'ondes électromagnétiques, système Poulsen 991

Sciences médicales et Physiologie.

Blumstein (L. et F.). — Robert Koch et la maladie du sommeil 952
Gradenwitz (Alfred). — Enregistrement cinématographique, au moyen des rayons X, de la respiration humaine 776
Doigts en lorgnette chez un negre du Soudan 5
Les dangers du chien d'abattoir 53
La genèse de l'anthracose pulmonaire 132
Action des rayons X sur les glandes génitales 182
La lutte contre la maladie du sommeil. 265
La maladie du sommeil. 389
Examen entoptique de la circulation rétinienne . . . 481
Valeur alimentaire des poudres de viande 482
Les parathyroïdes de la tortue 530
La perception des mouvements minimes 651
La survie des têtes de poissons 815
La rétraction du caillot sanguin et les hématoblastes. 858
L'usage de l'opium en Indo-Chine 859
Sur la sécrétion gastrique. 993

Zoologie et Anatomie.

Fleury (E.). — Les fourmis de l'Himalaya. 265
Influences déterminant la sexualité des œufs chez le *Dinophilus* 9
Mimétisme olfactif 52
La place réelle des Mésozoaires *Trichoplax* et *Treptoplax* 389
Le verdissement des huîtres de Marennes 696
Les jardins zoologiques à l'étranger 736
La restauration des momies. 909

Sciences diverses.

Clerget (Pierre). — Les bases psychologiques de la publicité 266
— Les bases scientifiques de la Sociologie : l'Institut Solvay 306
— La prévision des crises économiques. 910
— La situation économique de la France en 1906 . . 614
La Science à l'Exposition franco-anglaise de 1908 . 994
Une nouvelle revue : *Les Documents du Progrès*. . . 994

II. — ARTICLES ORIGINAUX

Astronomie, Géodésie, Physique du Globe.

Bourgeois (Lt Cl R.). — L'état actuel de la Géodésie . 54
Jordan (Ch.). — La propagation des ondes sismiques. 1re partie : Etude de la première phase 531
— 2e partie : Etude des seconde et troisième phases. 571
Saussure (Léopold de). — L'Astronomie chinoise dans l'Antiquité 135

Botanique et Agronomie.

Jaccard (Paul). — La distribution de la flore dans la zone alpine. 961
Kayser (E.). — Les levures sélectionnées 827
Leblond (M.-A.). — L'état actuel de l'Agriculture à Madagascar. 675
Péchoutre (F.). — Revue annuelle de Botanique. . 234
Zolla (D.). — Revue annuelle d'Agronomie 319

Chimie.

Desfosses (P.). — Les ions et la Thérapeutique. . . . 229
Dutoit (P.). — Revue annuelle de Chimie physique . 365
Henriet (H.). — L'atmosphère des villes 183
— Les causes et le mécanisme de l'altération de l'air confiné 483
Hollard (A.). — La théorie des ions et ses critiques. 72
Kling (André). — La tautomérie. 1re partie : Historique. Caractérisation de la tautomérie. 283
— 2e partie : Classification. Causes et mécanisme de la tautomérisation. 311
Mailhe (A.). — Revue annuelle de Chimie minérale. . 159
Matignon (Camille). — Marcelin Berthelot 318
Pécheux (Hector). — Contribution à l'étude des alliages de l'aluminium. 109
Tiffeneau (M.). — Les transpositions de structure en Chimie organique. 583
Tschirch (A.). — Les bases d'une chimie physiologique des sécrétions végétales. 750
Warcollier (G.). — Les méthodes scientifiques dans l'industrie du cidre 778
Wolff (J.). — Expériences sur l'amidon 459

Chirurgie, Médecine, Hygiène.

Blumentbal (F.). — L'état actuel de nos connaissances sur les caractères et l'évolution des affections cancéreuses. 995
Bourgoin (Ct P.). — L'organisation de la maison coloniale moderne. 1re partie : Organisation générale. 860
— 2e partie : Préservation des atteintes des facteurs pathologiques propres aux pays tropicaux. . . . 928
Chantemesse (A.). — La sérothérapie de la fièvre typhoïde. Opsonisation antityphoïde. 738
Contremoulins (G.). — Les conditions d'exercice de la Radiographie appliquée au diagnostic médical . . 1012
Desfosses (P.). — Les ions et la Thérapeutique. . . . 229
Glover (Jules). — Les moyens de culture physique de la voix au Conservatoire national de Musique et de Déclamation. 578
Hartmann (Henri). — Revue annuelle de Chirurgie. . 794
Henriet (H.). — L'atmosphère des villes. 183
— Les causes et le mécanisme de l'altération de l'air confiné 498
Hirst (G.-S.). — La mortalité tuberculeuse chez les blancs, les gens de couleur et les nègres aux Antilles. 115
Jeanselme (Dr E.). — Mangeurs et fumeurs d'opium. . 19
Trélat (Gaston). — Santé publique et Paris de demain. 267
— La salubrité générale des territoires habitables . 721

Enseignement.

Lamarcodie (G. de). — L'enseignement technique de l'Electricité en France et à l'Etranger 395

Géographie et Colonisation.

Auerbach (Bertrand). — Le peuplement national en Algérie (1871-1906) 307
Chailley (Joseph). — Les tribus de la Haute Birmanie et la politique ethnographique de l'Administration britannique 435
Deniker (J.). — Les us, coutumes et superstitions de l'Inde méridionale 276
Leblond (M.-A.). — L'état actuel de l'Agriculture à Madagascar. 675
Vallaux (Camille). — Le nomadisme et l'émigration en Basse-Bretagne 754

Géologie, Minéralogie et Paléontologie.

Friedel (G.). — Les bases de la Cristallographie et les théories sur la structure des cristaux 198
Jordan (Ch.). — La propagation des ondes sismiques. 1re partie : Etude de la première phase. 531
— 2e partie : Etude des seconde et troisième phases. 571

Offret (A.). — Le Xe Congrès géologique international de Mexico 502
Révil (J.). — Revue annuelle de Géologie 884
Stutzmann (G.). — Le Diluvium dans l'Amérique du Sud 626

Mathématiques.

Ocagne (Maurice d'). — Les progrès récents de la méthode nomographique des points alignés . . . 392
Painlevé (P.). — Un traité de Géométrie inédit d'Archimède 911
Playoust (Charles). — Une page de l'Histoire des Mathématiques en France au XVIe siècle 550
Reinach (Th.). — Un traité de Géométrie inédit d'Archimède 913, 954

Mécanique et Génie civil.

Bourgoin (P.). — L'étude expérimentale des poudres de guerre au Laboratoire 93
Guillet (L.). — Les méthodes modernes d'essais mécaniques des produits métallurgiques. 1re partie : Essais à la traction et méthodes pouvant s'y substituer 615
— 2e partie : Essais au choc par flexion et rupture. 664
Hostelet (G.). — Les principes généraux de l'Energétique 487
Lamarcodie (G. de). — Les usines hydro-électriques en France 654
— Le projet d'adduction à Paris des forces motrices du Rhône 788
Turpain (A.). — De la presse à bras à la linotype et à l'électrotypographe. 1° Les presses à imprimer. 817
— 2° Les machines à composer 867

Nécrologie.

Matignon (Camille). — Marcelin Berthelot 348

Physiologie.

Alquier (J.). — Les aliments de l'homme. 1re partie : Principes scientifiques des tables alimentaires . . 356
— 2e partie : Applications pratiques 406
Cyon (E. de). — Le labyrinthe de l'oreille considéré comme l'organe des sens mathématiques de l'espace, du temps et du nombre 634
Roger (H.). — La sécrétion salivaire 544

Physique.

Crémieu (Victor). — Le problème de la gravitation . . 7
Gandillot (Maurice). — Le débat sur la gamme. Les conceptions de Pythagore et de Descartes 714
Guillaume (Ch. Ed.). — Les états de la matière 1005
Lamarcodie (G. de). — Le régime futur de l'électricité à Paris 13
— L'enseignement technique de l'Electricité en France et à l'Etranger 395
— Les usines hydro-électriques en France 654
Mathias (E.). — La liquéfaction industrielle de l'air et l'extraction de l'oxygène de l'atmosphère 697
Meslin (Georges). — La classification de certains phénomènes affectés d'un signe. A propos des phénomènes de dichroïsme magnétique 472
Milhaud (G.). — Descartes et la loi des sinus 223

Zoologie et Anatomie.

Caullery (M.). — Revue annuelle de Zoologie 833
Joubin (L.). — L'ostréiculture dans le Morbihan . . . 65
Laguesse (E.). — Revue annuelle d'Anatomie 968
Marinesco (G.). — Le mécanisme de la régénérescence nerveuse. 1re partie : Dégénérescence et régénérescence des nerfs 145
— 2e partie : Les transplantations nerveuses 190
Mesnil (F.). — Revue annuelle de Zoologie 833

Revues annuelles.

Caullery (M.). — Revue annuelle de Zoologie 833
Dutoit (Paul). — Revue annuelle de Chimie physique. 365
Hartmann (H.). — Revue annuelle de Chirurgie . . . 794
Laguesse (E.). — Revue annuelle d'Anatomie 968
Mailhe (A.). — Revue annuelle de Chimie minérale . . 159
Mesnil (F.). — Revue annuelle de Zoologie 833
Péchoutre (F.). — Revue annuelle de Botanique . . . 234
Révil (J.). — Revue annuelle de Géologie 898
Zolla (D.). — Revue annuelle d'Agronomie 319

III. — BIBLIOGRAPHIE

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Mathématiques.

Adhémar (R. d'). — Les équations aux dérivées partielles à caractéristiques réelles 639
Bachmann (P.). — Zahlentheorie (Versuch einer Gesamtdarstellung dieser Wissenschaft in ihren Hauptteilen) 166
Baillaud (B.). — Correspondance d'Hermite et de Stieltjes 37
Bourget (H.). — Correspondance d'Hermite et de Stieltjes 37
Bromwich (T.-J. I'A.). — Quadratic forms and their classification by means of invariant factors . . . 293
Couturat (Louis). — Les Principes des Mathématiques, avec un appendice sur la Philosophie des Mathématiques de Kant 77
Durège (H.). — Elemente der Theorie der Funktionen einer komplexen veränderlichen Grösse 726
Fourrey (E.). — Curiosités géométriques 465
Goursat (E.). — Cours d'Analyse mathématique. II. Théorie des fonctions analytiques. Equations différentielles. Equations aux dérivées partielles. Eléments du calcul des variations 208
Hardy (G.-H.). — The integration of functions of a single variable 293
Jouffret (E.). — Mélanges de Géométrie à quatre dimensions 249
Leathem (J.-C.). — Volume and surface integrals used in Physics 293
Lévy (Maurice). — La Statique graphique et ses applications aux constructions. I. Principes et applications de Statique graphique pure 726
Maillet (Edmond). — Introduction à la théorie des nombres transcendants et des propriétés arithmétiques des fonctions 595
Nielsen (N.). — Handbuch der Theorie der Gamma-Funktionen 553
Pesloüan (Ch. Lucas de). — N.-H. Abel. Sa vie et son œuvre 509
Petit-Bois (A.). — Tables d'intégrales indéterminées. 1022
Pionchon (J.). — Principes et formules de Trigonométrie rectiligne et sphérique 293
Riollot (J.). — Les carrés magiques ; contribution à leur étude 681
Santerre (S.). — Psychologie du nombre et des opérations élémentaires de l'Arithmétique 373
Simon (Max). — Sur le développement de la Géométrie élémentaire au XIXe siècle 595
— Methodik der Elementaren Arithmetik in Verbindung mit algebraischer Analysis 681
Tannery (Jules). — Leçons d'Algèbre et d'Analyse . . 329
Vessiot (E.). — Leçons de Géométrie supérieure . . . 804
Villepontoux (L.-F.). — Cours d'Arithmétique 418
Vivanti (G.). — Théorie des fonctions analytiques uniformes 166
Weber H. et Wellstein R.-J. — Encyclopædie der Elementar-Mathematik. T. III 1022

WHITEHEAD (A.-N.). — The axioms of projective Geometry. 293

Astronomie, Géodésie, Physique du Globe.

ANDOYER (H.). — Cours d'Astronomie. Astronomie théorique. 851
BARUS (Carl). — A continuous record of atmospheric nucleation 78
— The nucleation of the uncontaminated atmosphere 78
EGINITIS (D.). — Annales de l'Observatoire national d'Athènes. 938
GINESTOUS (G.). — Etude sur le climat de la Tunisie . 209
LARMINAT (E. de). — Topographie pratique de reconnaissance et d'exploration, suivie de notions élémentaires pratiques de Geodésie et d'Astronomie de campagne. 899
LEBEUF (A.). — Bulletin chronométrique de l'Observatoire national de Besançon. 1905-1906. 639
POLLACHI (P.). — Les échelles metriques des cartes géographiques, topographiques et marines, et règle graduée supprimant les calculs de ces échelles. . 851

Thermodynamique, Mécanique générale et Mécanique appliquée.

ABEILLE (Léonce). — Marine française et Marines étrangères. 118
BECHMANN. — Commission du ciment armé. Expériences, rapports et propositions. Instructions ministérielles relatives à l'emploi du béton armé. 768
BIORLING (Philip R.). — British progress in pumps and pumping engines 249
CAEN (Julien). — Le contremaître mécanicien. 418
CHARBONNIER (P.). — Balistique extérieure rationnelle. I. Problème balistique principal. II. Problèmes balistiques secondaires 980
CLAUDEL (J.). — Formules, Tables et renseignements usuels. Partie pratique de l'Aide-mémoire des ingénieurs et architectes 899
CODRON (C.). — Expériences sur le travail des machines-outils pour les métaux 77
CONSIDÈRE. — Commission du ciment armé. Expériences, rapports et propositions. Instructions ministérielles relatives à l'emploi du béton armé. 768
CORDEMOY (C. de). — Ports maritimes 1022
DUHEM (P.). — Recherches sur l'élasticité. 418
FERET (R.). — Etude expérimentale du ciment armé. 465
FRICKER (M.). — Rivetage. 804
IZART (J.). — Méthodes économiques de combustion dans les chaudières à vapeur 166
LOMBARD (Joanny). — Le contremaître mécanicien . . 418
MARCHIS (L.). — Leçons sur la production et l'utilisation des gaz pauvres 249
PETOT (Albert). — Etude dynamique des voitures automobiles. 768
RABUT. — Commission du ciment armé. Expériences, rapports et propositions. Instructions ministérielles relatives à l'emploi du béton armé 768
RAZOUS (Paul). — Installation des ateliers et usines. . 639
— Les scieries et les machines à bois 726
SINIGAGLIA (François). — La surchauffe appliquée à la machine à vapeur d'eau. 293
STODOLA (A.). — Les turbines à vapeur. 553
VIGREUX (Ch.). — Notes et formules de l'Ingénieur et du Constructeur mécanicien. 681

2° SCIENCES PHYSIQUES

Physique.

ABRAHAM (M.). — Theorie der Elektrizität. I. Introduction à la théorie de Maxwell. II. Théorie électromagnétique du rayonnement 38
ARIÈS (Lieutenant-Colonel). — L'électricité considérée comme forme de l'Energie. Les Notions fondamentales; le potentiel et la quantité d'électricité. 250
BOURGEOIS (Léon). — Sur quelques instruments d'Optique d'un usage courant dans les laboratoires. . 889
BOUTY (E.). — Troisième supplément au Cours de Physique de l'Ecole Polytechnique par MM. Jamin et Bouty. Radiations. Electricité. Ionisation . . . 554
BRILLOUIN (Marcel). — Leçons sur la viscosité des liquides et des gaz. 1re partie : Généralités, viscosité des liquides 595
COTTON (A.). — Les ultramicroscopes et les agents microscopiques 373
COUSTET (Ernest). — L'électricité, ses lois et ses applications mises à la portée de tous. 727
DUHEM (P.). — La théorie physique, son objet, sa structure 329
FABRE (Ch.). — Traité pratique de Photographie stéréoscopique. 293
FESQUET (E.). — Cours pratique élémentaire d'Electricité industrielle. 981
FURTWÄNGLER (Ph.). — Bestimmung der absoluten Grösse der Schwerkraft zu Potsdam. 727
GANDILLOT (Maurice). — Essai sur la gamme 509
HOBART (H. M.). — Moteurs électriques à courant continu et alternatif. Théorie et construction 465
HOEGNER (Paul). — Lichtstrahlung und Beleuchtung. . 166
KORDA (Désiré). — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais. 119
KÜHNEN (F.). — Bestimmung der absoluten Grösse der Schwerkraft zu Potsdam 727
MOUTON (H.). — Les ultramicroscopes et les agents microscopiques 373
NICOLAS (E.). — Vingt leçons pratiques sur les courants alternatifs 981
NIEWENGLOWSKI (Paul). — Précis d'Electricité. 639
PÉCHEUX (H.). — Manipulations et mesures magnétiques et électriques 294
ROHR (M. von). — Théorie des instruments d'Optique. I. Formation des images dans les instruments d'optique au point de vue de l'Optique géométrique. 938
SÉLIGMANN-LUI. — Bases d'une théorie mécanique de l'Electricité 804
STOKES (Sir G.-G.). — Memoir and scientific correspondence 851
THOMSON (J.-J.). — Conduction of electricity through gases 119
TURPAIN (Albert). — Leçons élémentaires de Physique. 418
WULLNER (A.). — Lehrbuch der Experimental-Physik. T. I 1023
WURTZ (H.). — Les obturateurs. Achat, essai, usage. 681

Chimie.

BALLAND (A.). — Les aliments (chimie, analyse, expertise, valeur alimentaire) 899
BERTIAUX (L.). — Metall-Analyse auf electrochemischen Wege. 555
BEVAN (E.-J.). — Researches on Cellulose. II (1900-1905). 209
BISCHOF (Carl). — Les argiles refractaires. Gisements, composition, examen, emploi au point de vue des produits réfractaires en général 640
BOCKMANN (Fred.). — Le celluloid; camphre, cellulose, nitrocellulose, celluloïd. 294
CAMBON (Victor). — Fabrication des colles animales . 852
COUX (H. de la). — L'eau dans l'Industrie. 419
CROSS (C.-F.). — Researches on Cellulose. II (1900-1905). 209
DOWSON (J.-E.). — Le gaz de gazogène 167
DUJARDIN (J.). — Notice sur les instruments de précision appliqués à l'Œnologie. 78
DUCHEMIN (R.). — La dénaturation de l'alcool en France et dans les principaux pays d'Europe 981
ESCARD (Jean). — Le carbone et son industrie 39
FRIBOURG (Ch.). — L'analyse chimique en sucrerie et raffinerie de cannes et de betteraves. 805
FRITSCH (J.). — Les huiles et graisses d'origine animale 682
HOLLARD (A.). — Metall-Analyse auf electrochemischen Wege. 555
LARTER (A.-T.). — Le gaz de gazogène. 167
LEZÉ (R.). — Utilisation des débris animaux. 1023
LINDET (L.). — Le lait, la crème, le beurre et les fromages 596
LUNGE (G.). — Analyse chimique industrielle. I. Industries minérales 770
MARIE (C.). — Manuel de manipulations d'Electrochimie. 375
MATIGNON (Camille). — L'Electrométallurgie des fontes, fers et aciers 899
MERKLEN (François). — Etudes sur la constitution des savons du commerce 419
MOUREU (Ch.). — Notions fondamentales de Chimie organique. 167
PERKIN (F. Mollwo). — Practical methods of inorganic Chemistry 250

Poulenc (C.). — Les nouveautés chimiques pour 1907. Nouveaux appareils de laboratoires. Méthodes nouvelles de recherches appliquées à la Science et à l'Industrie 727
Schweizer (V.). — La distillation des résines et les produits qui en dérivent 555
Stewart (A.-W.). — Stereochemistry 1023

3° SCIENCES NATURELLES.

Géographie, Géologie, Paléontologie.

Bourcart (F. Ernest). — Les lacs alpins suisses. Etude chimique et physique 79
Carles (Georges). — La Turquie économique. 333
Cayeux (L.). — Structure et origine des grès du tertiaire parisien : Etude des gîtes minéraux de la France 727
Davidson (Allan A.). — Journal of Exploration in Central Australia (1898-1900) 210
Demangeon (Albert). — Dictionnaire manuel illustré de Géographie. 512
Depéret (Ch.). — Les Préalpes maritimes. II. Paléontologie. Stratigraphie 419
Ferguson (John). — Ceylon in 1903-1905. 806
Fèvre (J.). — Leçons de Géographie. I. Géographie générale. Amérique, Océanie, Asie, Afrique. . . . 250
Fraser (Malcolm A.-C.). — Western Australian Yearbook for 1902-04 555
Fritel (P.-H.). — Géologie. Histoire naturelle de la France, 2e partie. 805
Girard (Jules). — Les falaises de la Manche 770
Guébhard (A.). — Les Préalpes maritimes. II. Paléontologie. Stratigraphie 419
Hauser (H.). — Leçons de Géographie. I. Géographie générale. Amérique, Océanie, Asie, Afrique . . . 250
Just Sierra. — Le Mexique; son évolution sociale . . 40
Kilian (P.). — Les Préalpes maritimes. II. Paléontologie. Stratigraphie 419
Launay (L. de). — L'Or dans le monde. 1023
Leriche (M.). — Contribution à l'étude des poissons fossiles du Nord de la France et des régions voisines 375
Leteur (F.). — Traité élémentaire de Minéralogie pratique 981
Lewandowski (Maurice). — L'Argentine au xxe siècle. 252
Lorin (Henri). — La France, puissance coloniale. . . 120
Loth (G.). — La Tunisie et l'œuvre du Protectorat français 684
Lucas (C.-P.). — A historical Geography of the British Colonies. I. The Mediterranean and Eastern Colonies 466
Martinez (A.-B.). — L'Argentine au xxe siècle 252
Nicholls (A. Alford). — Dominica. 682
Pensa (Henri). — La République et le canal de Panama 169
Playe (A.-G.). — The « Lloyd » Guide to Australasia. 770
Ruffelin (J.). — Les Préalpes maritimes. II. Paléontologie. Stratigraphie 419
— Description des faunes et des gisements du Cénomanien saumâtre ou d'eau douce du Midi de la France 641
— Monographie de la faune saumâtre du Campanien inférieur du Sud-Est de la France (zone du Plan d'Aups) 641

Botanique et Agronomie.

Bechmann (G.). — Hydraulique agricole et urbaine . . 120
Billancioni (Guglielmo). — Dizionario di Botanica generale 40
Chodat (R.). — Principes de Botanique 770
Costantin (J.). — Le transformisme appliqué à l'Agriculture 167
Diénert (Fr.). — Hydrologie agricole. 900
Dumont (J.). — La terre arable 728
Errera (L.). — Recueil de l'Institut botanique de Bruxelles. 295
Fron (G.). — Traité élémentaire de manipulations de Botanique appliquée à l'étude des plantes agricoles. 555
Grandeau (L.). — L'Agriculture et les institutions agricoles du monde au commencement du xxe siècle. Tome II. 332
— Tomes III et IV. 900
Henry (E.). — Préservation des bois contre la pourriture par le sol, les champignons et les insectes. Recherches sur la valeur comparative de divers antiseptiques. 806
Mahieu (J.). — Contribution à l'étude de la flore souterraine de France 872
Mc Alpine (D.). — Les rouilles d'Australie. 682
Massart (J.). — Recueil de l'Institut botanique Léo Errera 466
Pardé (L.). — Arboretum National des Barres : Enumération des végétaux ligneux indigènes et exotiques qui y sont cultivés 512
Perrot (Emile). — Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française. II. Le Karité, l'Argan et quelques autres Sapotacées à graines grasses de l'Afrique. 982
Settimi (Luigi). — Caoutchouc et Gutta-percha. . . . 941

Zoologie, Anatomie et Physiologie de l'homme et des animaux.

Bonnier (G.). — L'enchaînement des organismes. . . 683
Brucker (E.). — Sciences naturelles (Anatomie et Physiologie animales et végétales. Paléontologie, Hygiène) 168
Cligny (A.). — Annales de la Station aquicole de Boulogne-sur-Mer (Pêches et Biologie marine) 807
Forel (Auguste). — L'âme et le système nerveux. Hygiène et Pathologie. 210
Giglio-Tos (Ermanno). — Les Phénomènes de la vie. III. La fécondation et l'hérédité 40
Laloni (F.). — L'apiculture 729
Lamarck (J.-B.). — Discours d'ouverture (an VIII, an X, an XI et 1806 941
Maclaud (Dr Ch.). — Notes sur les Mammifères et les Oiseaux de l'Afrique occidentale (Casamance, Fouta-Dialon, Guinées française et portugaise). . . . 120
— Etude sur la distribution géographique des races sur la côte occidentale d'Afrique, de la Gambie à la Mellacorée 120
Martinet (Alfred). — Les aliments usuels. 421
Metchnikoff (Dr Elie). — Essais optimistes. 120
Richer (Paul). — Nouvelle Anatomie artistique. Cours pratique et élémentaire 596
Roger (G.-H.). — Alimentation et Digestion 596
Viguier (C.). — Sur les conditions de la pêche en Algérie 556
Woodworth (C. W.). — The wing veins of Insects. . 853

4° SCIENCES MÉDICALES

Chirurgie, Gynécologie, Ophtalmologie.

Caler (C.-C.). — La vision dans les écoles. 807
Calot (F.). — Technique du traitement des tumeurs blanches 41
Hartmann (Henri). — Travaux de Chirurgie anatomo-clinique. Chirurgie de l'intestin 808
Kendirdjy (L.) — L'anesthésie chirurgicale par la stovaine. 597
Morax (V.). — Précis d'Ophtalmologie. 901

Médecine, Hygiène, Microbiologie médicale.

Bériel. — Syphilis du poumon chez l'enfant et chez l'adulte. 468
Bourget (Louis). — Les maladies de l'estomac et leur traitement 853
Brouardel (P.). — Anthropologie, Hygiène individuelle, Education physique. 121
Combe (A.). — L'auto-intoxication intestinale. 982
Cruchet (D.-R.). — Traité des torticolis spasmodiques. 771
Debove (G.-N.). — Manuel des maladies du tube digestif. T. I. 1025
Dubruel (E.). — Le Béribéri. 353
Frenkel (H. S.). — L'ataxie tabétique, ses origines, son traitement par la rééducation des mouvements 807
Gaultier (René). — Précis de Coprologie clinique . . 376
Grasset (J.). — Demi-fous et demi-responsables . . . 683
Héricourt (J.). — L'Hygiène moderne 941
Hutchinson (J.). — On Leprosy and fish eating. . . . 251
Lagrave (Coste de). — Hygiène alimentaire du tuberculeux 683

Laveran (A.). — Traité du Paludisme 513
Morhardt (P. E.). — Les maladies vénériennes et la réglementation de la prostitution au point de vue de l'hygiène sociale. 296
Mosny (E.). — Anthropologie, Hygiène individuelle, Education physique. 121
Murat (Louis et Paul). — Cure marine de la tuberculose pulmonaire, de la neurasthénie, des suites du surmenage, de l'anémie, etc. 641
Regnault (Félix). — L'évolution de la prostitution. . 296
Second report of the Wellcome research Laboratories at the Gordon memorial College (Kharthoum). Department of education 169
Trémolières (F.). — L'entéro-colite muco-membraneuse. 729

5° SCIENCES DIVERSES

Binet (Alfred). — Les révélations de l'écriture, d'après un contrôle scientifique. 772
Boyer (P.) et Spéranski (N.). — Manuel pour l'étude de la langue russe. 1025
Clerget (Pierre). — Villes et écoles américaines. . . 41
Gonnard (R.). — L'émigration européenne au XIXe siècle. 642
Graffigny (de H.). — Dictionnaire des termes techniques employés dans les Sciences et dans l'Industrie 80
Mantoux (Paul). — La Révolution industrielle au XVIIIe siècle. Essai sur les commencements de la grande industrie moderne en Angleterre. 252
Modestov (Basile). — Introduction à l'Histoire romaine. 983
Nansouty (Max de). — Actualités scientifiques. . . . 901
Nardi-Greco (Carlo). — Sociologia giuridica. 983
Nayrac (Jean-Paul). — Physiologie et Psychologie de l'attention. 808
Ray Lankester (E.). — The kingdom of Man. 901
Riemann (Hugo). — Les éléments de l'Esthétique musicale. 211
Sante (de la). — Ferrum. 296
Waxweiler (E.). — Esquisse d'une sociologie. Instituts Solvay. Travaux de l'Institut de Sociologie. Notes et mémoires 598

Thèses pour le Doctorat présentées aux Universités françaises et étrangères (1906-1907), *et analysées dans la Revue en* 1907.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES

Remoundos (Georges). — Sur les zéros d'une classe de fonctions transcendantes. 509

2° SCIENCES PHYSIQUES

(*Physique et Chimie*).

Dufour (A.). — Sur les spectres de l'hydrogène . . . 465
— Sur l'action de l'hydrogène sur le silicium et la silice 465
Godchot (Marcel). — Contribution à l'étude des hydrures d'anthracène et de leurs dérivés 681
Gorczynski (Ladislas). — Sur la marche annuelle de l'intensité du rayonnement solaire à Varsovie, et sur la théorie des appareils employés. 768
Herbette (Jean). — Contribution à l'étude de l'isomorphisme 374

3° SCIENCES NATURELLES

Allemand (A.). — Etude de physiologie appliquée à la spongiculture sur les côtes de Tunisie. 1024
Bardou (Paul). — Etude biochimique de quelques Bactériacées thermophiles, et de leur rôle dans la désintégration des matières organiques des eaux d'égouts 246
Gatin (C. L.). — Recherches anatomiques et chimiques sur la germination des Palmiers. 251
Wahl (Walther). — Die Enstatitaugite. Recherches sur les pyroxènes monocliniques à petit angle des axes optiques et pauvres en chaux. 649

4° SCIENCES MÉDICALES

Bruel (Dr André). — Traitement des chorées et des tics de l'enfance (Alitement et isolement, discipline psycho-motrice). 80
Lebar (L.). — Hyperesthésies systématisées et troubles connexes 211

IV. — ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

Académie des Sciences de Paris.

Séances des 17 décembre 1906 42
— 24 — — 42
— 31 — — 81
— 7 janvier 1907 81
— 14 — — 122
— 21 — — 122
— 28 — — 170
— 4 février — 170
— 11 — — 212
— 18 — — 212
— 25 — — 253
— 4 mars — 253
— 11 — — 297
— 18 — — 334
— 25 — — 334
— 2 avril — 335
— 8 — — 377
— 15 — — 377
— 22 — — 378
— 29 — — 422
— 6 mai — 422
— 13 — — 469
— 21 — — 469
— 27 — — 514
— 3 juin — 514
— 10 — — 557
— 17 — — 557
— 24 — — 600
— 1er juillet — 601
Séances des 8 juillet 1907 641
— 16 — — 641
— 22 — 685
— 29 — 686
— 5 août — 686
— 12 — 730
— 19 730
— 26 — 730
— 2 septembre — 809
— 9 — — 809
— 16 — — 809
— 23 — — 809
— 30 — — 810
— 7 octobre — 854
— 14 — — 854
— 21 — — 902
— 28 — — 902
— 4 novembre — 942
— 11 — — 942
— 18 — — 984
— 25 — — 984
— 2 décembre — 1026
— 9 — — 1026

Académie de Médecine.

Séances des 18 décembre 1906 43
— 26 — — 43
— 2 janvier 1907 82
— 8 — — 82

Séances des 15 janvier 1907 123
— 22 — — 123
— 29 — — 171
— 5 février — 171
— 12 — — 171
— 19 — — 213
— 26 — — 213
— 5 mars — 254
— 12 — — 335
— 19 — — 335
— 26 — — 335
— 2 avril — 335
— 9 — — 378
— 16 — — 379
— 23 — — 379
— 30 — — 424
— 7 mai — 424
— 14 — — 470
— 21 — — 470
— 28 — — 470
— 4 juin — 515
— 11 — — 515
— 18 — — 558
— 25 — — 558
— 2 juillet — 601
— 9 — — 602
— 16 — — 644
— 23 — — 644
— 30 — — 687
— 1er octobre — 810
— 8 — — 854
— 15 — — 854
— 22 — — 903
— 29 — — 903
— 5 novembre 943
— 12 — — 943
— 19 — — 985
— 26 — — 985
— 3 décembre — 1027
— 10 — — 1027

Société de Biologie.

Séances des 15 décembre 1906 43
— 22 — — 44
— 29 — — 82
— 12 janvier 1907 123
— 19 — — 124
— 26 — — 124
— 2 février — 171
— 9 — — 172
— 16 — — 213
— 23 — — 214
— 2 mars — 255
— 9 — — 255
— 16 — — 297
— 23 — — 335
— 13 avril — 379
— 20 — — 379
— 27 — — 424
— 4 mai — 424
— 11 — — 471
— 18 — — 471
— 25 — — 515
— 1er juin — 516
— 8 — — 517
— 15 — — 559
— 22 — — 602
— 29 — — 602
— 6 juillet — 644
— 13 — — 645
— 20 — — 687
— 27 — — 687
— 12 octobre — 855
— 19 — — 903
— 26 — — 903
— 2 novembre — 943
— 9 — — 944
— 16 — — 985
— 23 — — 986
— 30 — — 1027
— 7 décembre — 1028

RÉUNION BIOLOGIQUE DE BORDEAUX

Séances des 4 décembre 1906 44
— 8 janvier 1907 125
Séances des 5 février 1907 214
— 5 mars — 336
— 9 avril — 380
— 7 mai — 472
— 4 juin — 559
— 2 juillet — 688
— 5 novembre — 944

RÉUNION BIOLOGIQUE DE MARSEILLE

Séances des 18 décembre 1906 83
— 19 février 1907 214
— 19 mars — 336
— 21 mai — 517
— 18 juin — 603
— 19 novembre — 1028

RÉUNION BIOLOGIQUE DE NANCY

Séances des 17 décembre 1906 44
— 14 janvier 1907 125
— 19 février — 255
— 22 avril — 425
— 10 juin — 559
— 11 novembre — 986

Société française de Physique.

Séances des 21 décembre 1906 125
— 18 janvier 1907 172
— 1er février — 172
— 15 — — 214
— 1er mars — 255
— 15 — — 336, 380
— 19 avril — 425
— 3 mai — 472
— 17 — — 517
— 7 juin — 559
— 21 — — 603
— 5 juillet — 646
— 15 novembre — 986

Société chimique de France.

Séances des 23 novembre 1906 83
— 14 décembre — 83
— 11 janvier 1907 126
— 25 — — 173
— 8 février — 215
— 22 — — 256
— 8 mars — 298
— 22 — — 336
— 12 avril — 381
— 26 — — 427
— 10 mai — 473
— 24 — — 560
— 14 juin — 604
— 28 — — 604
— 12 juillet — 647
— 26 — — 810
— 8 novembre — 988
— 22 — — 1029

SECTION DE NANCY

Séance du 19 décembre 1906 44

Société Royale de Londres.

Séances des 1er novembre 1906 . . . . . 45, 173
— 8 — — 45
— 15 — — 84
— 22 — — 46, 216
— 30 — — 126
— 6 décembre — 174, 381
— 13 — — 174, 257, 336
— 17 janvier 1907 518
— 24 — — 336
— 31 — — 382, 518
— 7 février — 473, 604
— 14 — — 473
— 21 — — 518
— 28 — — 474, 604
— 7 mars — 519
— 14 — — 519

Séances des 18 avril 1907 . . . . . 604, 944
— 2 mai — 605
— 9 — — 689
— 23 — — 647
— 30 — — 648
— 6 juin — 689
— 13 — — 689, 810
— 20 — — 731, 855
— 27 — — 731, 810, 855
— 27 — — 904
Communications faites pendant les vacances . . 904, 944

Société de Physique de Londres.

Séances des 14 décembre 1906 84
— 8 février 1907 216
— 22 — — 257
— 8 mars — 337
— 22 — — 382
— 26 avril — 427
— 10 mai — 474
— 24 — — 520
— 14 juin — 560
— 28 — — 690
— 25 octobre — 944
— 8 novembre — 945
— 22 — — 1029

Société de Chimie de Londres.

Séances des 6 décembre 1906 46
— 20 — — 84
— 17 janvier 1907 174
— 7 février — 257
— 21 — — 298
— 7 mars — 337
— 21 — — 382
— 22 — — 427
— 18 avril — 474
— 2 mai — 474
— 16 — — 520
— 6 juin — 561
— 20 — 605
— 4 juillet — 690
Communications reçues pendant les vacances. 945
Séances des 24 octobre 1907 988
— 7 novembre — 1029

Société anglaise des Industries chimiques.

SECTION CANADIENNE

Séances des 18 janvier 1906 338
— 10 mai — 338
— 25 octobre — 85
— 7 février 1907 . . . . . 338, 691
— 15 mars — 561
— 16 mai — 691

SECTION DE BIRMINGHAM

Séances des 6 décembre 1906 338
— 14 février 1907 338
— 14 mars — 811

SECTION D'ÉCOSSE

Séance du 22 janvier 1907 258

SECTION DE LIVERPOOL

Séances des 12 décembre 1906 338
— 7 janvier 1907 338
— 13 février — 691
— 13 mars — 520
— 10 avril — 521

SECTION DE LONDRES

Séances des 3 novembre 1906 427
— 3 décembre — 85
— 7 janvier 1907 258
— 4 février — 258, 338
— 4 mars — 427
— 8 avril — 521
Séances des 6 mai 1907 606
— 3 juin — . . . 606, 648, 691

SECTION DE MANCHESTER

Séances des 2 novembre 1906 85
— 7 décembre — 126
— 8 février 1907 . . . . . 427, 521
— 8 mars — 382, 427
— 5 avril — 475, 521
— 3 mai — 691

SECTION DE NEWCASTLE

Séance du 21 mars 1907 606

SECTION DE NEW-YORK

Séances des 25 janvier 1907 . . . . . 258, 338
— 15 février — 427
— 22 mars — 521
— 19 avril — 606
— 24 mai — 607, 691

SECTION DE NOTTINGHAM

Séances des 27 novembre 1906 85
— 23 janvier 1907 338
— 27 février — 475
— 26 mars — 521
— 25 avril — 561

SECTION DE LA NOUVELLE-ANGLETERRE

Séances des 5 octobre 1906 691
— 7 décembre — 338
— 1er février 1907 691
— 1er mars — 606, 946

SECTION DE SYDNEY

Séances des 14 novembre 1906 475
— 12 juin 1907 732

SECTION DU YORKSHIRE

Séances des 3 décembre 1906 . . . . 85, 126, 258
— 21 janvier 1907 258
— 18 mars — 476
— 8 avril — 561

Académie des Sciences de Berlin.

Séances des 25 octobre 1906 85
— 8 novembre — 85
— 15 — — 85
— 22 — — 85
— 29 — — 86
— 13 décembre — 339
— 20 — — 339
— 10 janvier 1907 339
— 17 — — 339
— 24 — — 562
— 22 février — 562
— 7 mars — 562
— 21 — — 607
— 4 avril — 607
— 11 — — 607
— 25 — — 607
— 2 mai — 608
— 16 — — 608

Société allemande de Physique.

Séances des 16 novembre 1906 126
— 14 décembre — 258
— 11 janvier 1907 259
— 25 — — 298
— 8 février — 339
— 8 mars — 428
— 22 — — 428, 521
— 3 mai — 522
— 31 — — 811
— 28 juin — 812
— 30 septembre — 1029

Académie des Sciences d'Amsterdam.

Séances des 27 octobre 1906 46
— 24 novembre — 88, 127
— 29 décembre 127
— 26 janvier 1907 175
— 23 février 299
— 30 mars 383
— 26 avril 523, 564
— 24 mai — 564
— 29 juin — 856
— 28 septembre — 948
— 26 octobre — 1031

Académie des Sciences de Vienne.

Séances des 22 novembre 1906 86
— 6 décembre — 86
— 13 — — 86
— 10 janvier 1907 260
— 17 — — 260
— 24 — — 260
— 7 février — 339
— 14 — — 340
— 28 — — 522
— 7 mars — 522
— 14 — — 523
— 21 — — 523
Séances des 25 avril 1907 563
— 2 mai — 563
— 10 — — 698
— 16 — — 698
— 6 juin — 691
— 13 — — 692
— 20 — 692
— 4 juillet — 692
— 11 — — 946
— 10 octobre — 947
— 24 — — 947
— 31 — — 947
— 7 novembre — 1030
— 14 — — 1030
— 21 — 1031

Académie Royale des Lincei.

Séances d' août 1906 87
— septembre — 87
— octobre — 87
— novembre 259
— décembre — 259
— janvier 1907 340
— février — 340
— mars — 387
— avril — 476
— mai — 732
— juin — 732
— novembre — 1031

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XVIII DE LA REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES[1]

A

Absorption. — Influence des variations de température sur les phénomènes d'absorption dans les cristaux. Phénomènes magnéto-optiques à la température de l'air liquide 559
— Vitesse d'absorption du chloroforme par le sang durant l'anesthésie 974
Abyssinie. — La question d'Abyssinie et le chemin de fer de Djibouti 952
Académie. — Election de M. Douvillé à l'Académie des Sciences 385
— Election de M. H. Le Chatelier à l'Académie des Sciences 385
Accidents. — Les accidents d'appareils à vapeur. . . 262
Actualités. — Actualités scientifiques 901
Afrique. — Notes sur les mammifères et les oiseaux de l'Afrique occidentale (Casamance, Fouta-Dialon, Guinées française et portugaise) 120
— Etude sur la distribution géographique des races sur la côte occidentale d'Afrique, de la Gambie à la Mellacoree 120
Agrégés. — Les nouveaux agrégés des Sciences anatomiques et physiologiques dans les Facultés de Médecine 570
Agriculture. — Le transformisme appliqué à l'Agriculture 157
— L'Agriculture et les institutions agricoles du monde au commencement du xxe siècle. . 332, 900
— L'état actuel de l'Agriculture à Madagascar . . . **675**
Agronomie. — Revue annuelle d'Agronomie **319**
Aimants. — L'action des oscillations électriques sur les corps aimantés 52
Air. — Examen de la portion la plus légère de l'air atmosphérique 174
— Les causes et le mécanisme de l'altération de l'air confiné **198**
— La résistance de l'air 519
— Le sauvetage des navires par l'air comprimé. . . 609
— La liquéfaction industrielle de l'air et l'extraction de l'oxygène de l'atmosphère **697**
— La régénération de l'air dans les sous-marins . . 990
Albedos. — Les albedos des planètes supérieures. . . 694
Alcool. — La dénaturation de l'alcool en France et dans les principaux pays d'Europe. 981
Algèbre. — Leçons d'Algèbre et d'Analyse 329
Algérie. — Le peuplement national en Algérie (1871-1906) **307**
— Sur les conditions de la pêche en Algérie 556
— Les forages artésiens dans le sud de l'Algérie. 651, 775
Alimentation. — Alimentation et digestion. 556
Aliments. — Les aliments de l'homme. 1re partie. Principes scientifiques des tables alimentaires. . . . **356**
— 2e partie : Applications pratiques. **106**
— Les aliments usuels : composition; préparation; indications dans les régimes 721
— Les aliments (chimie, analyse, expertise, valeur alimentaire) 899
Allumage. — L'allumage des mélanges gazeux par compression 518
Aluminium. — Contribution à l'étude des alliages de l'aluminium **109**
Aluminium. — Phénomènes présentés par les feuilles d'aluminium dans les champs électrostatiques. . 387
Ame. — L'âme et le système nerveux. Hygiène et pathologie 210
Amérique. — Villes et écoles américaines 41
— Le diluvium dans l'Amérique du Sud **626**
Amidon. — Expériences sur la nature de l'amidon et ses réactions selon les conditions de milieu. . . **159**
Analyse chimique. — Metall-Analyse auf electrochemischen Wege 555
— Analyse chimique industrielle. Industries minérales 770
— L'analyse chimique en sucrerie et raffinerie de cannes et de betteraves. 805
Analyse mathématique. — Cours d'Analyse mathématique. Tome II. Théorie des fonctions analytiques. Equations différentielles. Equations aux dérivées partielles. Eléments du calcul des variations. . . 208
— Leçons d'Algèbre et d'Analyse. 329
Anatomie. — Nouvelle Anatomie artistique. Cours pratique et élémentaire. 596
— Revue annuelle d'Anatomie **968**
Anesthésie. — L'anesthésie chirurgicale par la stovaine. 597
Anhydride. — Sur la synthèse de l'anhydride nitreux. 908
Animaux. — Utilisation des débris d'animaux. 1023
Anthracène. — Contribution à l'étude des hydrures d'anthracène et de leurs dérivés. 681
Anthracose. — La genèse de l'anthracose pulmonaire. 132
— Sur la cause de l'anthracose des poumons. . . . 176
Anthropologie. — Anthropologie, Hygiène individuelle, Education physique. 121
Antilles. — La mortalité tuberculeuse chez les blancs, les gens de couleur et les nègres aux Antilles. . **115**
Antimoine. — Une nouvelle méthode de détermination de l'antimoine 85
Apiculture. — L'apiculture 729
Appareils. — Les accidents d'appareils à vapeur. . . 262
— Un nouvel appareil de démonstration pour les expériences de pression atmosphérique. . . 262, 345
Arboretum. — Arboretum national des Barres. Enumération des végétaux ligneux indigènes et exotiques qui y sont cultivés 512
Arbres. — Ascension de l'eau dans les arbres. . . . 689
Arc. — Production des arcs électriques entre des électrodes de métal et de carbone refroidies 560
— Moyen d'obtenir des oscillations électriques continues avec l'arc Poulsen. 561
— Emploi de l'arc électrique pour couper l'acier. . 695
Argentine. — L'Argentine au xxe siècle 252
Argiles. — Les argiles réfractaires. Gisements, composition, examen, emploi au point de vue des produits réfractaires en général. 640
Arithmétique. — Psychologie du Nombre et des opérations élémentaires de l'Arithmétique. 373
— Cours d'Arithmétique 418
— Methodik der Elementaren Arithmetik in Verbindung mit algebraischer Analysis. 681
Arsenic. — Détermination quantitative de l'arsenic par la méthode de Gutzeit. 946
Asie. — L'expédition du Dr Stein dans l'Asie centrale. 816
Assimilation. — Une théorie thermo-chimique de l'assimilation 180
Association. — Association des Anatomistes. 391
— Association italienne pour l'avancement des Sciences 437

[1] Les **chiffres gras** reportent aux articles originaux.

Astronomie. — L'Astronomie chinoise dans l'antiquité. **135**
— Cours d'Astronomie. Astronomie théorique . . . 851
Ataxie. — L'ataxie tabétique, ses origines, son traitement par la rééducation des mouvements 807
Ateliers. — Installation des ateliers et usines 639
Atmosphère. — A continuous record of atmospheric nucleation 78
— The nucleation of the uncontaminated atmosphere 78
— L'atmosphère des villes **183**
Atome. — La désagrégation de l'atome chimique. . . 651
Attention. — Physiologie et psychologie de l'attention. 808
Australasia. — The « Lloyd » Guide to Australasia. . 770
Australia. — Journal of exploration in Central Australia (1898-1900) 210
— Western Australian Yearbook for 1902-1904. . . 555
— The rusts of Australia. 682
Auto-intoxication. — L'auto-intoxication intestinale. 982
Automobiles. Les automobiles électriques en Amérique 650
— Etude dynamique des voitures automobiles . . . 768
Azote. — Dispositifs industriels pour la fixation de l'azote 220
— Procédé commercial de fixation de l'azote de l'air. 648

B

Bactériacées. — Etude biochimique de quelques bactériacées thermophiles et de leur rôle dans la désintégration des matières organiques des eaux d'égouts 296
Bactéries. — Expériences faites pour déterminer les conditions dans lesquelles des bactéries « spécifiques » dérivant des eaux d'égouts peuvent être présentes dans l'air des tuyaux de ventilation, des drains, des chambres d'inspection et des égouts . 473
Balances. — Balances et navires auto-amortis 472
Balistique. — Balistique extérieure rationnelle. Tome I. Problème balistique principal. Tome II. Problèmes balistiques secondaires 980
Ballons. — Les ballons captifs dans l'armée allemande 50
Benzine. — Méthodes de sélection de la benzine pour le dégraissage. 85
Béribéri. — Le Béribéri 333
Beurre. — Le lait, la crème, le beurre et les fromages. 596
Bibliothèque. — La Bibliothèque Carnegie à Edimbourg 953
Bile. — La pression de la sécrétion biliaire et le mécanisme de l'absorption de la bile dans l'obstruction du conduit biliaire 855
Biréfringence — Biréfringence magnétique de liquides organiques non colloïdaux. 987
Bois. — Un nouveau procédé de conservation des bois. 568
— Les scieries et les machines à bois 726
— Préservation des bois contre la pourriture par le sol, les champignons et les insectes. Recherches sur la valeur comparative de divers antiseptiques. 806
Botanique. — Dizionario di Botanica generale 40
— Revue annuelle de Botanique **234**
— Recueil de l'Institut botanique de Bruxelles . . . 295
— Recueil de l'Institut botanique Léo Erréra. . . . 466
— Traité élémentaire de manipulations de Botanique appliquée à l'étude des plantes agricoles. 555
— Principes de Botanique 770
Bourses. — Bourses des Curie. 134
Bretagne. — Le nomadisme et l'émigration en Basse-Bretagne **754**
Brouillard. — Dispersion du brouillard et des fumées 432
Budget. — Le budget de l'Instruction publique de 1907. 305
Bulletin. — Bulletin chronométrique de l'Observatoire national de Besançon. 1905-1906 639
Bureau. — Bureau des Longitudes. 266

C

Cacao. — La production et la consommation du cacao. 53
Cadran. — Cadran solaire portatif. 813
Caillot. — La rétraction du caillot sanguin et les hématoblastes. 858
Calcium. — Sur la décharge d'électricité négative du calcium chaud et de la chaux 382
Calorimètre. — Un calorimètre enregistreur pour les explosions 382
Campanien. — Monographie de la faune saumâtre du Campanien inférieur du Sud-Est de la France (zone du Plan d'Aups). 641
Canal de Panama. — La République et le Canal de Panama. 169
— Vitesse du courant dans un canal ouvert à Panama. 383
Canalisation. — La corrosion électrolytique dans les canalisations souterraines. 991
Cancer. — Sur la résistance naturelle et induite des souris à la croissance du cancer. 318
— L'état actuel de nos connaissances sur les caractères et l'évolution des affections cancéreuses . . **995**
Caoutchouc. — La coagulation du latex de caoutchouc et les propriétés élastiques du caoutchouc pur. 1° Agents coagulants 214
— Caoutchouc et Gutta-percha 941
Capillarité. — Expériences de capillarité 717
Carbone. — Le carbone et son industrie 39
Carrés. — Les carrés magiques, contribution à leur étude 681
Cathodique. — Recherches sur la longueur de l'espace sombre cathodique. 336
Celluloïd. — Le celluloïd; camphre, cellulose, nitrocellulose, celluloïd 294
Cellulose. — Researches on Cellulose 209
— Fonction du procédé à la soude caustique dans la production de la cellulose aux dépens du bois. 761
Cénomanien. — Description des faunes et des gisements du Cénomanien saumâtre ou d'eau douce du Midi de la France. 641
Céruse. — Analyse de la céruse 691
Cerveau — Sur la fonction du lobe temporal du grand cerveau. 762
Ceylan. — Ceylan en 1903-1905 806
Champs. — Phénomènes présentés par les feuilles d'aluminium dans les champs électrostatiques. . 387
Chaudières. — Méthodes économiques de combustion dans les chaudières 166
Chauffage. — Les progrès du chauffage électrique aux Etats-Unis 837
Chemins de fer. — La traction électrique sur les chemins de fer. 263
— Chemins de fer à courant alternatif simple. . . . 527
Cheveu. — Le cheveu rouge forme-t-il une nuance ou une variété? 1032
Chien. — Les dangers du chien d'abattoir 53
Chimie. — Revue annuelle de Chimie minérale. . . . **159**
— Notions fondamentales de Chimie organique. . . 167
— Practical methods of inorganic Chemistry 250
— Revue annuelle de Chimie physique **365**
— Les transpositions de structure en Chimie organique. **583**
— Les nouveautés chimiques pour 1907. Nouveaux appareils de Laboratoires. Méthodes nouvelles de recherches appliquées à la Science et à l'Industrie. 727
Chirurgie. — Revue annuelle de Chirurgie **794**
— Travaux de Chirurgie anatomo-clinique 808
Chloroforme. — La quantité anesthésique et mortelle de chloroforme dans le sang 75
— La determination du chloroforme dans le sang des animaux anesthésiés 518
— Vitesse d'élimination du chloroforme du sang après l'anesthésie. 944
Chlorophylle. — Une chlorophylle animale 345
Chocs. — Les chocs dans le problème des trois corps. 478
Chorées. — Traitement des chorées et des tics de l'enfance. (Alitement et isolement, discipline psychomotrice) 80
Chronomètre. — Chronomètre pigmentaire. 125
— Le concours chronométrique de Besançon 649
Chymosine. — La relation entre la pepsine et la chymosine 1032
Cidre. — Les méthodes scientifiques dans l'industrie du cidre. **778**
Ciment. — Les actions électrolytiques dans le ciment armé 389
— Etude expérimentale du ciment armé 465
— Commission du ciment armé. Expériences, rapports et propositions. Instructions ministérielles relatives à l'emploi du béton armé. 768
Climat. — Etude sur le climat de la Tunisie 209
Coagulation. — La coagulation du latex de caoutchouc et les propriétés élastiques du caoutchouc pur. 1° Agents coagulants. 214
Cœur. — Les enregistrements par électromètres capillaires des changements électriques pendant le battement naturel du cœur de grenouille. 519
Cohéreur. — Sur la conductibilité du cohéreur due à une action mécanique. 179
Colles. — Fabrication des colles animales 832

Combustion. — Méthodes économiques de combustion dans les chaudières. 166
— Processus de la combustion dans la boîte à feu des locomotives. 691
Comète. — Recherches sur la trajectoire de la comète périodique Holmes et sur les perturbations de son mouvement elliptique. 88
— Le retour de la comète de Halley 430
— Recherches sur les excentricités des comètes. . . 565
Condensateurs. — La vitesse de récupération de la charge résiduelle dans les condensateurs électriques 337
Condensation. — Sur deux modes de condensation de la vapeur d'eau sur les surfaces de verre 689
Conducteur. — Emploi de conducteurs électriques en sodium 388
Conductivité. — Sur la conductivité électrique des vapeurs salines. 298
— La conductivité électrique et la force thermoélectrique des composés de métaux lourds. 431
— Sur la conductibilité électrique des mélanges d'acide ou de base et d'eau 986
Conférence. — La quatrième Conférence internationale des Poids et Mesures 814
Congrès. — Congrès international pour les Etudes solaires. 347
— Le dixième Congrès géologique international au Mexique **502**
— Un Congrès d'étudiants à Bordeaux 816
— Au Congrès des médecins praticiens. 839
— Le premier Congrès international des Industries frigorifiques. 994
Conservatoire. — Conservatoire des Arts et Métiers . 134
Coprologie. — Précis de coprologie clinique 376
Corps. — Sur un cas asymptotique du problème des trois corps 261
— Les chocs dans le problème des trois corps . . . 478
Correspondance. — Correspondance d'Hermite et de Stieltjes. 37
— Memoir and scientific correspondence 851
Couleurs. — L'influence des couleurs du spectre sur la sporulation des *Saccharomyces* 304
Courants. — Un nouvel appareil pour l'étude des courants alternatifs. 480
— Vingt leçons pratiques sur les courants alternatifs. 981
Couronne. — Distribution de la lumière bleue et violette dans la couronne le 30 août 1905. 689
Crane. — Sur l'existence de vertèbres cartilagineuses dans le développement du crâne des oiseaux. . . 524
Cratère. — Le cratère Linné. 479
Crème. — Le lait, la crème, le beurre et les fromages. 596
Crises. — La prévision des crises économiques. . . . 910
Cristallisation. — La cristallisation spontanée des mélanges binaires. Expériences sur le salol et le bétol 605
Cristallographie. — Les bases de la Cristallographie et les théories sur la structure des cristaux . . . **198**
— A propos des bases de la Cristallographie 304
Cuirassés. — Le tonnage des cuirassés modernes . . 525
Cuivre. — Recuit du cuivre en rapport avec sa dilatation 904
Cygne. — La parallaxe de la 61e du Cygne 609

D

Décharge. — Sur la décharge d'électricité négative du calcium chaud et de la chaux. 382
Dégel. — Emploi de l'électricité pour le dégel des conduites d'eau. 610
Demi-fous. — Demi-fous et demi-responsables 683
Détecteurs. — Réalisation de la syntonie par l'emploi des détecteurs bolométriques 172
Dichroïsme. — La classification de certains phénomènes affectés d'un signe, à propos des phénomènes de dichroïsme magnétique. **152**
Dictionnaire. — Dictionnaire des termes techniques employés dans les Sciences et dans l'Industrie . . 80
Digestion. — Manuel des maladies du tube digestif. . 1025
Diluvium. — Le Diluvium dans l'Amérique du Sud . . **626**
Dinophilus. — Influences déterminant la sexualité des œufs chez le *Dinophilus* 5
Discours. — Discours d'ouverture (an VIII, an X, an XI et 1806). 941
Dispersion. — Distribution arbitraire de la lumière dans les bandes de dispersion. Conséquences spectroscopiques et astrophysiques 47
Doigt. — Doigts en lorgnette chez un nègre du Soudan. 5
Dominica. — Dominica. 682

E

Eaux. — La nitrification des eaux d'égouts. 173
— La conservation de l'eau 181
— Purification bactérienne des eaux d'égouts ayant reçu une forte proportion de liquides résiduaires des usines à gaz 338
— L'eau dans l'Industrie. 419
Echelles. — Les échelles métriques des cartes géographiques, topographiques et marines, et règle graduée supprimant les calculs de ces échelles . . . 851
Eclairage. — Lichtstrahlung und Beleuchtung. . . . 166
Eclipse. — Effets magnétiques de l'éclipse totale du Soleil du 30 août 1905 336
Ecole. — Le concours de l'Ecole Normale Supérieure et des bourses de licence. 434
— Le 25e anniversaire de la Fondation de l'Ecole de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris. 652
— Ecole de Médecine de Marseille. 777
— Une Ecole de Papeterie à l'Université de Grenoble. 994
— Une Ecole mondiale à Bruxelles. 994
Ecriture. — Les révélations de l'écriture, d'après un contrôle scientifique 772
Egaliseur. — Sur les égaliseurs de potentiel. 245
Elasticité. — Recherches sur l'Elasticité. 418
Election. — Elections à l'Académie des Sciences de Paris 385
— Elections à la Société Royale des Sciences d'Upsal. 949
Electricité. — Le régime futur de l'Electricité à Paris. **13**
— Théorie de l'Electricité. Tome I. Introduction à la théorie de Maxwell. Tome II. Théorie électromagnétique du rayonnement. 38
— Conduction of electricity through Gases 119
— L'Electricité considérée comme forme de l'énergie: Les notions fondamentales; le potentiel et la quantité d'électricité 250
— L'enseignement technique de l'Electricité en France et à l'Etranger. **395**
— Emploi de l'électricité pour le dégel des conduites d'eau 610
— Précis d'Electricité. 639
— L'Electricité, ses lois et ses applications mises à la portée de tous. 727
— Bases d'une théorie mécanique de l'Electricité . . 804
— Analyse des pertes éprouvées dans la conversion de l'énergie calorique du charbon en électricité. Applications de l'Electricité à la culture 814
— Cours pratique élémentaire d'Electricité industrielle. 931
Electro-aimants. — L'emploi des électro-aimants à la manutention des pièces de fer. 981
Electrochimie. — Manuel de manipulations d'Electrochimie 91
Electrolytes. — Influence des champs magnétiques sur la résistance des électrolytes 375
— La corrosion électrolytique dans les canalisations souterraines 811
Electrométallurgie. — L'électrométallurgie des fontes, fers et aciers 991
Emigration. — L'Emigration européenne au XIXe siècle. 899
— Le Nomadisme et l'émigration en Basse-Bretagne. 652
Enchaînement. — L'enchaînement des organismes. . **751**
Energétique. — Les principes généraux et les relations fondamentales de l'Energétique 682
Enseignement. — L'enseignement à la Guyane française. **183**
— L'enseignement scientifique dans les lycées . . . 92
— L'enseignement technique de l'Electricité en France et à l'Etranger. 222
— L'enseignement médical des hôpitaux **395**
Entéro-colite. — L'entéro-colite muco-membraneuse. 434
Entomologiste. — L'entomologiste Latreille . . . 729
Enzymes. — Les enzymes associées au glucoside cyanogénétique (phaséo-lunatine) du lin, du cassava et du haricot de Lima. 391
— Etudes sur l'action des enzymes. Les enzymes de la levure : l'amygdalase. 604
— La nature des enzymes 648
Equations. — Les équations aux dérivées partielles à caractéristiques réelles 648
Erosion. — L'action comparée de l'érosion torrentielle et de l'érosion glaciaire 639
Erreurs. — Les erreurs dans les mesures à l'estime. 433

Essais. — La relation entre la tension de rupture et l'élongation dans les essais d'aciers à la traction. 174
— Essais optimistes. 420
— Les méthodes modernes d'essais mécaniques des produits métallurgiques. 1re partie : Essais à la traction et méthodes pouvant s'y substituer. . . **615**
— 2e partie : Essais au choc par flexion et rupture. **664**
Estomac. — Les maladies de l'estomac et leur traitement 853
Etain. — Découverte de l'étain dans les atmosphères stellaires 773
Etoile. — Castor, étoile quadruple 130
— La distance des étoiles fixes. 179
— Sur le spectre des étoiles nouvelles. 303
— Sur la présence de l'europium dans les étoiles. . 336
— Détermination des dimensions absolues des étoiles variables 525
— Découverte de l'étain dans les atmosphères stellaires. 773
Etudiants. — Les étudiants en Allemagne. 994
Europium. — Sur la présence de l'europium dans les étoiles 336
Excentricités. — Recherches sur les excentricités des comètes. 565
Expéditions. — Les expéditions arctiques de Peary et d'Amundsen. 346
Explosions. — Un calorimètre enregistreur pour les explosions 382
— Sur la variation de la pression développée pendant l'explosion de la cordite en vase clos 605
Exposition. — L'Exposition agricole de Palime (Togo). 909
— La Science à l'Exposition franco-anglaise de 1908. 994

F

Faculté. — Le nouveau doyen de la Faculté de Médecine de Paris 953
Falaises. — Les falaises de la Manche. 770
Fécondation. — Les phénomènes de la vie. La fécondation et l'hérédité 40
Fer. — Un nouveau procédé d'extraction du fer . . . 481
— La passivation et l'activation du fer. 811
Fer-carbonyle. — Sur un nouveau fer-carbonyle et sur l'action de la lumière et de la chaleur sur les fers-carbonyles 337
Fermentation. — La fermentation lactique dans le lait. 524
— La fermentation des glucosides par les bactéries du groupe du bacille typhique et du coli-bacille, et l'acquisition de nouveaux pouvoirs de fermentation par le *Bacillus dysenteriae* 604
Ferrum. — Ferrum 296
Feuilles. — La variabilité des feuilles végétatives du *Prunus spinosa* L. 221
Fièvre. — La sérothérapie de la fièvre typhoïde. Opsonisation antityphoïde **738**
Flamme. — Vitesses des ions négatifs dans la flamme. 277
— Les flammes électriques. 526
— Sur les centres neutres des gaz issus des flammes. 603
Flore. — Contribution à l'étude de la flore souterraine de France. 852
— La distribution de la flore dans la zone alpine. . **961**
Fonctions. — Théorie des fonctions analytiques uniformes 166
— Sur les zéros d'une classe de fonctions transcendantes 509
— Handbuch der theorie der Gamma-Funktionen . . 553
— Elemente der Theorie der Funktionen einer komplexen veränderlichen Grösse. 716
Forage. — Expériences sur le travail des machines-outils pour les metaux. Forage. 77
— Forages artésiens en Algérie. 651, 775
Forces. — Le projet d'adduction à Paris des forces motrices du Rhône **788**
Formes. — Quadratic forms and their classification by means of invariant factors 293
Formules. — Formules, Tables et renseignements usuels 899
Four. — Réactions du four électrique sous de hautes pressions gazeuses 519
Fourmis. — Les fourmis de l'Himalaya 265
France. — La France, puissance coloniale. 129
— La situation économique de la France en 1906. . 614
Fromages. — Le lait, la crème, le beurre et les fromages 596
Fumées. — La question des fumées à Paris. 905
Fusion. — Des points de fusion du tantale et du tungstène. 560

G

Galvanomètre. — Construction d'un galvanomètre à fil chauffé très sensible. 811
Gamme. — Essai sur la gamme 709
— Le débat sur la gamme. Les conceptions de Pythagore et de Descartes. **714**
Gaz. — Le gaz de gazogène 167
— Leçons sur la production et l'utilisation des gaz pauvres 249
— L'occlusion des gaz résiduels par les parois de verre des tubes à vide. 474
— Sur la vitesse de rotation de la décharge électrique dans les gaz à basses pressions dans un champ magnétique radial. 689
Gazogènes. — Les récents progrès des moteurs à gaz et gazogènes 130
Géodésie. — L'état actuel de la Géodésie. XVe Conférence de l'Association Géodésique Internationale tenue à Budapest en 1906. . . . . **54**
Géographie. — Leçons de Géographie. Tome I. Géographie générale. Amérique, Océanie, Asie, Afrique. 250
— A historical geography of the British Colonies. The Mediterranean and Eastern Colonies 466
— Dictionnaire manuel illustré de Géographie . . . 512
Géologie. — Géologie. 805
— Revue annuelle de Géologie. **881**
— Radium et géologie. 992
Géométrie. — Mélanges de Géométrie à quatre dimensions. 249
— The axioms of projective Geometry 293
— Curiosités géométriques. 465
— Sur le développement de la Géométrie élémentaire au XIXe siècle 595
— Leçons de Géométrie supérieure. 804
— Un traité de Géométrie inédit d'Archimède. **911**, **954**
Glandes. — Action des rayons X sur les glandes génitales. 182
Globuline. — Sur la chimie de la globuline. 381
Graisses. — La solubilité de l'air dans les graisses, et son rapport avec la maladie des caissons. . . 648
— Les huiles et graisses d'origine animale 682
Gravitation. — Le problème de la gravitation. . . . **7**
Grès. — Structure et origine des grès du Tertiaire parisien. Etude des gîtes minéraux de la France. 727
Grotte. — Une « Grotte soufflante » au Puy-de-Dôme. 733
Gutta-percha. — Caoutchouc et Gutta-percha. . . . 941
Guyane. — L'enseignement en Guyane française. . . 92

H

Haute-Birmanie. — Les tribus de la Haute-Birmanie et la politique ethnographique de l'Administration britannique. **435**
Hématoblastes. — La rétraction du caillot sanguin et les hématoblastes. 858
Hérédité. — Les phénomènes de la vie. La fécondation et l'hérédité 40
Histoire. — Introduction à l'Histoire romaine. . . . 983
Himalaya. — Les fourmis de l'Himalaya. 265
— Les récentes explorations de l'Himalaya 568
Houiller. — Le Musée houiller de l'Université de Lille. 610
Huiles. — Les huiles et graisses d'origine animale. . 682
Huîtres. — Le verdissement des huîtres de Marennes. 696
Hydraulique. — Hydraulique agricole et urbaine. . . 120
Hydrogène. — Sur les spectres de l'hydrogène Sur l'action de l'hydrogène sur le silicium et la silice. 465
Hydrologie. — Hydrologie agricole 900
Hygiène. — Anthropologie, hygiène individuelle Education physique 121
— Hygiène alimentaire du tuberculeux. 683
— L'Hygiène moderne. 941
Hyperesthésies. — Hyperesthésies systématisées et troubles connexes 211

I

Images. — Images de médailles produites par les rayons X et du radium. 304
— Sur l'anomalie des images dans la vision à travers une fente étroite. 694

IMPRIMERIE — De la presse à bras à la linotype et à l'électrotypographe. Esquisse de l'histoire technique et sociale de l'imprimerie. 1re partie : Les presses à imprimer **817**
— 2e partie : Les machines à composer **867**
INCENDIE. — La protection des théâtres contre l'incendie 343
— Les incendies à bord des navires 566
INDE. — Les us, coutumes et superstitions de l'Inde méridionale **276**
INDUCTANCE. — Sur un étalon d'inductance mutuelle . 732
INDUSTRIE. — La révolution industrielle au XVIIIe siècle. Essai sur les commencements de la grande industrie moderne en Angleterre 252
INNERVATION. — L'innervation réciproque des muscles antagonistes 605
INSECTES. — The wing veins of Insects 853
INSTITUT. — L'Institut océanographique 182
— Les bases scientifiques de la Sociologie : l'Institut Solvay 306
— L'Institut électrotechnique de l'Université de Grenoble 859
INTÉGRALES. — Volume and Surface Integrals used in Physics 293
— Tables d'intégrales indéterminées 1022
INTÉGRATION. — The integration of functions of a single variable 293
IONS. — La théorie des ions et ses critiques **72**
— Les ions et la Thérapeutique **229**
— Vitesses des ions négatifs dans la flamme 257
— Le transport des ions et l'existence des hydrates. 426
IONISATION. — L'ionisation totale de divers gaz par les rayons de l'uranium 519
— Ionisation de divers gaz par les rayons α, β et γ. 519
— Ionisation par barbotage 987
ISOMORPHISME. — Contribution à l'étude de l'isomorphisme 374
ISOTHERMES. — Isothermes de gaz biatomiques et de leurs mélanges binaires 128

J

JARDINS. — Les Jardins zoologiques à l'étranger . . . 736
JUPITER. — Occultations et éclipses mutuelles des satellites de Jupiter en 1908 88
— Mouvement accéléré de la tache rouge de Jupiter. 219
— Disparition apparente des quatre satellites de Jupiter 342
— Les détails de la surface de Jupiter 989

L

LABORATOIRE. — Laboratoire maritime de Wimereux. 266
— Les Laboratoires scientifiques du Mont-Rose . . 482
LABYRINTHE. — Le labyrinthe de l'oreille considéré comme l'organe des sens mathématiques de l'espace, du temps et du nombre **631**
LACS. — Les lacs alpins suisses. Etude chimique et physique 79
LAIT. — La fermentation lactique dans le lait 524
— Le lait, la crème, le beurre et les fromages . . . 596
LAMPES A ARC. — La lampe à arc au mercure de M. Siedentopf 336
— La lampe à arc à oxydes métalliques 650
LÈPRE. — On leprosy and fish eating 251
LEVURES. — Les levures sélectionnées **827**
LIEU. — Sur le lieu des points de rebroussement d'un système linéaire triplement infini de cubiques planes à six points de base 175
— Sur le lieu des couples de points communs de $n+1$ faisceaux de variétés V_{n-1} à $n-1$ dimensions dans l'espace E_n à n dimensions 175
— Sur le lieu des points du plan dont la somme des distances à n droites données est constante, et les problèmes analogues dans les espaces à trois et à plusieurs dimensions 523
LIGNE. — Nouvelle ligne électrique en Italie 481
LIQUÉFACTION. — La liquéfaction industrielle de l'air et l'extraction de l'oxygène de l'atmosphère . . . **697**
LOI. — Descartes et la loi des sinus **223**
LOIRE. — La Loire navigable. Essais du système Audouin 1
LUMIÈRE — Recherches sur l'intensité de la lumière réfléchie par les substances transparentes 257
LUNE. — Action d'une masse intra-mercurielle sur la longitude de la Lune 130
LUNE. — Crevasses lunaires et canaux de Mars . . . 649
LYCÉES. — L'enseignement scientifique dans les lycées. 222

M

MACHINES-OUTILS. — Expériences sur le travail des machines-outils pour les métaux. Forage 77
MADAGASCAR. — L'état actuel de l'Agriculture à Madagascar **675**
MAGNÉTISME. — Les taches solaires et le magnétisme terrestre 219
MAISON. — L'organisation de la maison coloniale moderne. 1re partie : Organisation générale **860**
— 2e partie : Préservation des atteintes des facteurs pathologiques propres aux pays tropicaux **928**
MALADIE. — La lutte contre la maladie du sommeil . 265
— Les maladies vénériennes et la réglementation de la prostitution au point de vue d'hygiène sociale. 296
— La maladie du sommeil 389
— Robert Koch et la maladie du sommeil 952
MANCHE. — Les falaises de la Manche 770
MANIPULATIONS. — Manipulations et mesures magnétiques et électriques 294
MANOMÈTRE. — Manomètre de grande sensibilité . . . 125
MARINE. — Marine française et marines étrangères . . 148
MARS. — Crevasses lunaires et canaux de Mars . . . 649
MARTEAU. — Une modification du marteau électromagnétique 567
MATHÉMATIQUES. — Les principes des Mathématiques, avec un appendice sur la philosophie des Mathématiques de Kant 77
— Une page de l'histoire des Mathématiques en France au XVIe siècle **550**
— Encyclopaedie der Elementar-Mathematik. T. III. 1022
MATIÈRE. — Les états de la matière **1005**
MÉCANICIEN. — Le contremaître mécanicien 418
MÉDAILLES. — Les médailles de la Société Royale de Londres 949
MÉLANGES. — Contribution à la théorie des mélanges binaires 299, 524, 564, 948
— La cristallisation spontanée des mélanges binaires. Expériences sur le salol et le bétol 603
MERCURE. — Le passage de Mercure sur le Soleil du 14 novembre 1907 951
MÉSOZOAIRES. — La place réelle des Mésozoaires *Trichoplax* et *Treptoplax* 389
MÉTABOLISME. — Le rapport des reins avec le métabolisme 216
MÉTAUX. — Recherches sur l'état trempé et l'état doux chez les métaux ductiles 731
MÉTÉOROLOGIE. — Les ondes électriques au service de la Météorologie 773
— Projet d'organisation d'un réseau météorologique mondial 813
MEXIQUE. — Le Mexique, son évolution sociale . . . 40
— Le Xe Congrès géologique international de Mexico. **592**
MIADESMIA. — La *Miadesmia membranacea* Bertrand, nouveau Lycopode paléozoïque 690
MICROMANOMÈTRE. — Un micromanomètre compensé . 45
MICROSCOPE. — Le microscope de mesure de M. Löwe. 336
MIMÉTISME. — Mimétisme olfactif 52
MINERAIS. — La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais 119
MINÉRALOGIE. — Traité élémentaire de Minéralogie pratique 981
MITOSE. — Sur la mitose dans l'épithélium proliférant. 648
MOMIES. — La restauration des momies 909
MONTAGNE. — La protection et l'aménagement de la montagne 529
MONUMENT. — Projet de monument à Lamarck 6
MORTALITÉ. — Relations entre la mortalité des enfants et les hautes températures 1031
MOTEURS. — Les récents progrès des moteurs à gaz et gazogènes 130
— Les moteurs des sous-marins 430
— Moteurs électriques à courant continu et alternatif. Théorie et construction 465
MOUVEMENTS. — La perception des mouvements minimes 651
MUSCLES. — L'innervation réciproque des muscles antagonistes 605
MUSCONE. — L'absorption de l'odeur de la muscone sur les surfaces des différentes substances 564
MUSÉE. — Le Musée houiller de l'Université de Lille . 610
MUSÉUM. — Le Muséum de la Réunion 182
MUSIQUE. — Les éléments de l'Esthétique musicale . . 211
MUSULMAN. — La *Revue du Monde musulman* 434

N

Navigation. — Le mouvement de la navigation dans les ports français en 1905 387
Navires. — Balances et navires auto-amortis. 472
— Les incendies à bord des navires. 566
— Le sauvetage des navires par l'air comprimé. . . 609
Nécrologie. — Le Colonel Mannheim 79
— Alexandre Herzen. 89
— Ernesto Cesaro 130
— Marcel Bertrand 177
— Henri Moissan 177
— Louis-Emile Javal. 177
— Marcel Bertrand et son œuvre géologique 217
— Edouard Hospitalier. 261
— Mort de Marcelin Berthelot 301
— H. Moissan 301
— H.-W. Backhuis Roozeboom. 302
— Le Colonel Laussedat 341
— Marcelin Berthelot **348**
— D.-I. Mendéléeff. 386
— Miss Agnes Mary Clerke. 430
— Maurice Lœwy 949
— Angelo Heilprin. 989
Nerfs. — Structure des fibres nerveuses. 46
— Le mécanisme de la régénérescence nerveuse. 1re partie : Dégénérescence et régénérescence des nerfs **145**
— 2e partie : Les transplantations nerveuses **190**
— L'âme et le système nerveux. Hygiène et pathologie 210
Neurasthénie. — Cure marine de la tuberculose pulmonaire, de la neurasthénie, des suites du surmenage, de l'anémie, etc. 641
Nickel-fer. — L'analyse thermomagnétique des alliages nickel-fer météoriques et artificiels 473
Nitrification. — Nitrification des eaux d'égouts . . . 173
Nomadisme. — Le nomadisme et l'émigration en Basse-Bretagne **754**
Nombre. — Psychologie du nombre et des opérations élémentaires de l'Arithmétique 373
— Introduction à la Théorie des nombres transcendants et des propriétés arithmétiques des fonctions. 595
Nomographie. — Les progrès récents de la méthode nomographique des points alignés. **392**
Notes. — Notes et formules de l'Ingénieur et du Constructeur mécanicien. 681
Nuages. — Verres colorés pour l'observation des nuages 566
Nucléation. — A continuous record of atmospheric nucleation 78
— The nucleation of the uncontaminated atmosphere 78

O

Observatoire. — L'Observatoire aéronautique de Lindenberg 693
— Annales de l'Observatoire national d'Athènes. . . 938
Obturateurs. — Les obturateurs. Achat, essai, usage. 681
Océanie. — La transformation de l'Océanie. 6
Odeurs. — Sur les affinités des odeurs. 948
Œnologie. — Notice sur les instruments de précision appliqués à l'Œnologie 78
Ondes. — L'unité des longueurs d'ondes lumineuses. 344, 479
— La propagation des ondes sismiques. 1re partie : Etude de la première phase **531**
— 2e partie : Étude des seconde et troisième phases. **571**
— Les ondes électriques au service de la Météorologie 773
— La transmission, au moyen des ondes électromagnétiques, des écritures, dessins et photographies. 906
— Le fonctionnement des générateurs d'ondes électromagnétiques, système Poulsen 991
Ophtalmologie. — Précis d'Ophtalmologie 901
Opium. — Mangeurs et fumeurs d'opium. **19**
— L'usage de l'opium en Indo-Chine 859
Opsonines. — Sur les opsonines en relation avec les cellules rouges du sang. 46
— Sur les propriétés de combinaison de l'opsonine d'un sérum immunisant. 473
Optique. — Sur quelques instruments d'Optique d'un usage courant dans les Laboratoires. 899
Optique. — Théorie des instruments d'Optique. I. Formation des images dans les instruments d'Optique au point de vue de l'Optique géométrique. 938
Or. — Sur l'or vert et l'or bleu 646
— L'or dans le monde 1023
Orbite. — Détermination spectrographique des éléments de l'orbite terrestre. 1
— Les orbites périodiques du type Hestia. 564
Oscillateurs. — Emploi d'oscillateurs magnétiques (fermés) comme radiateurs dans la télégraphie sans fil. 944
Oscillations. — L'action des oscillations électriques sur les corps aimantés. 52
— Un moyen d'obtenir des oscillations électriques continues avec l'arc Poulsen 561
— Analyse des oscillations électriques au moyen de l'oscillographe à effluves 812
Ostréiculture. — L'Ostréiculture dans le Morbihan. . **65**
Ovaire. — Corrélation des fonctions ovarienne et utérine. 648
Oxygène. — La liquéfaction industrielle de l'air et l'extraction de l'oxygène de l'atmosphère. **697**

P

Palmiers. — Recherches anatomiques et chimiques sur la germination des Palmiers. 254
Paludisme. — Traité du Paludisme. 513
Papeterie. — Une Ecole de Papeterie à l'Université de Grenoble 994
Parallaxe. — La parallaxe de la 61e du Cygne. . . . 609
Parathyroïdes. — Les parathyroïdes de la tortue. . . 530
Paris. — Santé publique et Paris de demain. **267**
— Le projet d'adduction des forces motrices du Rhône à Paris **788**
Pasteurisation. — La pasteurisation du vinaigre de vin 264
Pêche. — Sur les conditions de la pêche en Algérie. . 556
Pepsine. — La relation entre la pepsine et la chymosine 1032
Pesanteur. — Bestimmung der absoluten Grösse der Schwerkraft zu Potsdam. 727
Peuplement. — Le peuplement national en Algérie (1871-1906) **307**
Phagocytose. — Recherche expérimentale sur la nature des substances du sérum qui influencent la phagocytose 648
— Action inhibitrice pour une phagocytose subséquente, produite sur un sérum actif normal par un sérum inactif normal à travers lequel on a fait passer des bacilles 689
— La phagocytose. 856
Phanérogames. — La symétrie longitudinale chez les Phanérogames 519
Phénomène. — Mesures du phénomène de Zeeman sur les raies bleues du zinc 425
— La classification de certains phénomènes affectés d'un signe, à propos des phénomènes de dichroïsme magnétique. **452**
Phosphates de chaux. — L'origine des phosphates de chaux naturels 91
Photographie. — La photographie à distance. 3
— La théorie des processus photographiques. III. L'image latente et sa destruction 174
— Traité pratique de Photographie stéréoscopique . 293
— La reproduction des couleurs par la photographie 527
Photomètre. — Un photomètre au sélénium 90
— Un photomètre photo-électrique. 734
Physique. — Volume and Surface Integrals used in Physics. 293
— La Théorie physique, son objet, sa structure. . . 329
— Leçons élémentaires de Physique 418
— Troisième supplément au Cours de Physique de l'Ecole Polytechnique 554
— Quelques dispositifs utilisés au Laboratoire de Physique de la Sorbonne 560
— Lehrbuch der Experimental-Physik 1023
Pigeons. — Les pigeons voyageurs aux Colonies . . . 6
Planètes. — Mesures sur les satellites des planètes . 89
— La figure des planètes. 386
— Les albedos des planètes supérieures. 693
— La variabilité des petites planètes 950
Plâtre. — Nature des changements qui se produisent dans la fabrication et la prise du plâtre de Paris. 648
Pluie. — Radio-activité de la pluie 430
Poids. — La Table internationale des poids atomiques pour 1907. 179

Poissons. — Contribution à l'étude des poissons fossiles du nord de la France et des régions voisines 375
— La survie des têtes de poissons 815
Pompes. — British progress in pumps and pumping engines 249
Ports. — Ports maritimes 1022
Potentiel. — Sur les égaliseurs de potentiel 215
Poudres. — L'étude expérimentale des poudres de guerre au Laboratoire **93**
Préalpes. — Les Préalpes maritimes. II. Paléontologie. Stratigraphie 419
Pression. — Influence de l'augmentation de pression barométrique sur l'homme 216
— Un nouvel appareil de démonstration pour les expériences de pression atmosphérique 262
— Les appareils de démonstration pour les expériences de pression atmosphérique 345
Prisme. — Un mécanisme pour maintenir un train de prismes rigoureusement au minimum de déviation. 603
Prix. — Le Prix Saintour au Collège de France . . . 266
Professeurs. — L'échange international de professeurs 306
Projectile. — Formule indiquant l'espace parcouru dans un temps donné par un projectile se mouvant dans l'air 603
Prostitution. — L'évolution de la prostitution 296
— Les maladies vénériennes et la réglementation de la prostitution au point de vue d'hygiène sociale. 296
Protéines. — La chimie des protéines et leurs relations avec la Biologie 562
Publicité. — Les bases psychologiques de la publicité. 266
Pyroxènes. — Die Enstatitaugite. Recherches sur les pyroxènes monocliniques à petit angle des axes optiques et pauvres en chaux 640

R

Radio-activité. — Recherches récentes sur la transformation des corps radio-actifs 255
— Radio-activité de la pluie 430
Radiographie. — Les conditions d'exercice de la Radiographie appliquée au diagnostic médical. . **1012**
Radiomètre. — Sur l'emploi du radiomètre pour l'observation des basses pressions dans les gaz. . . . 731
Radio-pyromètre. — Radio-pyromètre à dilatation . . 426
Radium. — Effet de la température sur l'activité du radium et ses produits de transformation 126
— Quantités relatives d'ionisation produites par les particules α du radium C dans les différents gaz et vapeurs 257
— Radium et géologie 992
Rayons. — Recherches bolométriques sur l'énergie des rayons X 91
— Action des rayons X sur les glandes génitales . . 182
— Un dispositif pour mesurer l'intensité des rayons X. 219
— Un nouvel emploi des rayons Roentgen 299
— Images de médailles produites par les rayons X et du radium 304
— Une hypothèse sur l'origine des rayons Röntgen. 383
— Nouveau procédé de réglage des tubes à rayons X. 473
— Rayons secondaires cathodiques des rayons α . . 646
— Un nouveau dispositif pour étudier les rayons Becquerel 650
— Recherches sur la vitessse des particules cathodiques émises par divers métaux sous l'influence des rayons Roentgen 731
— Enregistrement cinématographique, au moyen des rayons X, de la respiration humaine 776
Rayons-canal. — Effets mécaniques des rayons-canal. 689
Rayonnement. — Sur la marche annuelle de l'intensité du rayonnement solaire à Varsovie, et sur la théorie des appareils employés 768
Réformes. — A propos des réformes du P. C. N. . . . 390
Réfraction. — La réfraction astronomique d'après une distribution atmosphérique de la température déduite à l'aide d'ascensions en ballon. 175
— Sur la dispersion de la double réfraction artificielle. 474
— Nouvelle méthode pour mesurer directement la double réfraction dans le verre soumis à une tension 731
— La dispersion de la double réfraction et ses rapports avec la structure cristalline 904
Régénérescence. — Le mécanisme de la régénérescence nerveuse. 1re partie : Dégénérescence et régénérescence des nerfs **145**
— 2e partie : Les transplantations nerveuses **190**
Reins. — Le rapport des reins avec le métabolisme . 216
Résines. — La distillation des résines et les produits qui en dérivent 355
Résistance. — Influence exercée sur la résistance du bismuth et du nickel par la température et une aimantation transversale 812
Résonance. — Sur les phénomènes de résonance dans le cas des transformateurs à circuit magnétique ouvert et leur utilité pour la production de fortes étincelles 380
Respiration. — Enregistrement cinématographique, au moyen des rayons X, de la respiration humaine 776
Rétine. — Examen entoptique de la circulation rétinienne 481
Réunion. — Le Muséum de la Réunion. 182
Revue. — Revue annuelle de Chimie minérale. . . . **159**
— Revue annuelle de Botanique **234**
— Revue annuelle d'Agronomie **319**
— Revue annuelle de Chimie physique. **365**
— La *Revue du Monde musulman* 434
— La *Revue de l'Enseignement des Sciences*. . . . 482
— Revue annuelle de Chirurgie. **794**
— Revue annuelle de Zoologie **833**
— Revue annuelle de Géologie. **884**
— Revue annuelle d'Anatomie **968**
— Une nouvelle Revue : Les *Documents du progrès*. 994
Rheographe. — Rhéographe à induction Abraham-Carpentier; modèle de projections. 646
Rhône. — Le projet d'adduction à Paris des forces motrices du Rhône **788**
Rivetage. — Rivetage. 804
Roulements. — Les roulements à billes sur les voitures de chemins de fer 179
Rouvenzori. — L'exploitation du massif du Rouvenzori 183
Russe. — Manuel pour l'étude de la langue russe. . . 1025

S

Sable. — Expériences sur la formation des ondulations de sable sur le bord de la mer. 690
Saccharomyces. — L'influence des couleurs du spectre sur la sporulation des *Saccharomyces* 304
Sahara. — Le télégraphe trans-saharien. 903
Saint-Paul. — Commission géographique et géologique de l'Etat de Saint-Paul. Exploration des rivières Feio et Aguapehy. Exploration de la rivière Tieté. 982
Salivaire. — La sécrétion salivaire **511**
Salubrité. — La salubrité générale des territoires habitables **723**
Santé. — Santé publique et Paris de demain **267**
Satellites. — Occultations et éclipses mutuelles des satellites de Jupiter en 1908. 88
— Mesures sur les satellites des planètes 89
— Disparition apparente des quatre satellites de Jupiter 342
Savons. — Études sur la constitution des savons du commerce 419
Sciences. — Sciences naturelles (Anatomie et Physiologie animales et végétales. Paléontologie, Hygiène) 168
— La « Bristish Science Guilde ». 482
Scieries. — Les scieries et les machines à bois . 726
Sécrétion. — La sécrétion salivaire **511**
— Les bases d'une chimie physiologique des sécrétions végétales. **750**
— La pression de la sécrétion biliaire et le mécanisme de l'absorption de la bile dans l'obstruction du conduit biliaire. 855
— Sur la sécrétion gastrique. 993
Sélénium. — Un photomètre au sélénium 90
Sels. — Réactions chimiques entre les sels à l'état solide 647
Sens. — Le labyrinthe de l'oreille considéré comme l'organe des sens mathématiques de l'espace, du temps et du nombre. **631**
Sérothérapie. — La sérothérapie de la fièvre typhoïde. Opsonisation antityphoïde. **738**
Sérum. — Augmentation de la teneur en complément du sérum sanguin frais 689
— Sérum gastrotoxique 856
Sexualité. — Influences déterminant la sexualité des œufs chez le *Dinophilus*. 5
Silice. — Sur l'action de l'hydrogène sur le silicium et la silice 467

Sirius. — Sirius 50
Société. — A la Société de Géographie de Paris . . . 390
— Le cinquantenaire de la Société chimique de France 477
— La Chimie à la Réunion annuelle de la Société helvétique des Sciences naturelles à Fribourg (Suisse). 695
Sociologie. — Les bases scientifiques de la Sociologie : l'Institut Solvay. 306
— Esquisse d'une Sociologie. Instituts Solvay. Travaux de l'Institut de Sociologie. Notes et mémoires. 598
— Sociologia giuridica. 983
Sodium. — Emploi de conducteurs électriques en sodium. 388
Soleil. — Recherches sur la température effective du Soleil. 173
— Mouvement du Soleil relativement aux étoiles les plus faibles. 179
— Effets magnétiques de l'éclipse totale du Soleil du 30 août 1905. 366
— Congrès international pour les études solaires. . 347
— Essai d'une explication du mécanisme de la périodicité dans le Soleil et les étoiles rouges variables. 524
Solution. — Equation exacte reliant la pression osmotique et la tension de vapeur d'une solution. . . 689
Sommeil. — La maladie du sommeil. 265, 389
— Robert Koch et la maladie du sommeil 952
Sorbonne. — Cours de la Sorbonne 134
Sources. — Sur l'origine des gaz dégagés par les sources minérales 731
Sous-marins. — Les moteurs des sous-marins. 430
— La régénération de l'air dans les sous-marins . . 990
Spectre. — Origine des rayons continus observés dans le spectre d'étincelle des métalloïdes et de quelques métaux 45
— Sur une nouvelle formule spectrale empirique. . 88
— Recherches sur quelques spectres métalliques ultra-rouges 127
— Sur le spectre des étoiles nouvelles 303
— Longueurs d'onde des maxima d'émission et d'absorption dans le spectre ultra-rouge trouvées antérieurement 383
— Sur les spectres de l'hydrogène. 465
— Sur la thermo-chimie des spectres de flammes à des températures élevées. 518
— L'effet de la pression sur le spectre de l'arc. . . 904
— Les intensités des composantes des raies spectrales décomposées par le magnétisme. 1032
Spectrographe. — Un spectrographe de MM. Pulfrich et Löwe pour les radiations visibles et ultra-violettes 336
Spectrophotomètre. — Spectrophotomètre pour l'étude des gaz incandescents. 646
Spongiculture. — Études de physiologie appliquée à la spongiculture sur les côtes de Tunisie. 1024
Stabilité. — La stabilité gravitationnelle de la Terre. 519
Station. — La Station de recherches de Meudon . . . 570
— Annales de la Station aquicole de Boulogne-sur-Mer (Pêches et Biologie marine). 807
Statique. — La Statique graphique et ses applications aux constructions Tome 1er : Principes et applications de Statique graphique pure 726
Stéréochimie. — Stereochemistry. 1023
Stéréoscopie. — Sur la stéréoscopie avec de longues lignes de base. 474
Stovaïne. — L'anesthésie chirurgicale par la stovaine. 597
Sucrerie. — L'analyse chimique en sucrerie et raffinerie de cannes et de betteraves. 805
Surchauffe. — La surchauffe appliquée à la machine à vapeur d'eau 293
Surface. — Contribution à la connaissance de la surface ψ de van der Waals. XIII. Un gaz qui coule au fond d'un liquide 88
— Une remarque sur la théorie de la surface ψ des mélanges binaires. 127
— Contribution à la connaissance de la surface ψ de van der Waals. 128, 175, 176, 300, 383
— L'observation des surfaces planétaires. 905
Survie. — La survie des têtes de poissons. 815
Syntonie. — Réalisation de la syntonie par l'emploi des détecteurs bolométriques 172
Syphilis. — Syphilis du poumon chez l'enfant et chez l'adulte 468

T

Taches. — Les taches solaires et le magnétisme terrestre. 219
— Mouvement accéléré de la tache rouge de Jupiter. 219
Tantale. Des points de fusion du tantale et du tungstène 560
— Emplois nouveaux du tantale. 736
Tautomérie. — La tautomérie. 1re partie : Historique, caractérisation de la tautomérie. **283**
— 2e partie : Classification, causes et mécanisme de la tautomérisation. **311**
Télégraphie. — Une station géante de télégraphie sans fil 3
— Vitesse de fonctionnement des appareils télégraphiques rapides. 381
— La télégraphie sans fil sur les navires de commerce 951
— Le télégraphe trans-saharien 993
Téléphonie. — Expériences de téléphonie sans fil . . 131
— Rendement acoustique du téléphone et la sensibilité absolue de l'oreille 472
— Un nouveau système de téléphonie sans fil. . . . 774
Température. — Recherches sur la température effective du Soleil. 173
— La mesure de températures très basses 176
Tératologie. — Tératologie végétale : anomalies provoquées par quelques Urédinées. 4
Terrains. — Terrains polygonaux des contrées polaires. 472
Terre. — La terre arable 728
Tertiaire. — Structure et origine des grès du Tertiaire parisien. Etude des gîtes minéraux de la France. 727
Thallium. — Les relations du thallium avec les métaux alcalins. 647
Thé. — La production et la consommation du thé. . 775
Théâtres. — La protection des théâtres contre l'incendie 343
Théorie. — Zahlentheorie (Versuch einer Gesamtdarstellung dieser Wissenschaft in ihren Hauptteilen). Allgemeine Arithmetik der Zahlenkörper. 166
— Théorie des fonctions analytiques uniformes. . . 166
— Récentes applications de la Théorie des équations intégrales. 363
Thérapeutique. — Les ions et la Thérapeutique. . . . **229**
Thorianite. — Composition de la thorianite et radioactivité relative de ses constituants. 45
Topographie. — Topographie pratique de reconnaissance et d'exploration, suivie de notions élémentaires pratiques de Géodésie et d'Astronomie de campagne 899
Torpille. — Les derniers perfectionnements de la torpille automobile. 733
Torticolis. — Traité des torticolis spasmodiques . . 771
Tortue. — Les parathyroïdes de la tortue 330
Traction. — La traction électrique sur les chemins de fer. 263
Tramways. — Les tramways électriques à trolley sans rails en Allemagne 527
Transformateur. — Transformateur électrolytique des courants alternatifs en courants redressés ondulatoires. 173
— Les diagrammes indicateurs des transformateurs. 257
— Sur les phénomènes de résonance dans le cas des transformateurs à circuit magnétique ouvert et leur utilité pour la production de fortes étincelles. 381
Transformisme. — Le transformisme appliqué à l'Agriculture 167
Transpiration. — Recherches sur le courant de transpiration dans les plantes 174
Transpositions. — Les transpositions de structure en Chimie organique. **583**
Trigonométrie. — Principes et formules de Trigonométrie rectiligne et sphérique. 293
Trypanosoma. — Existence d'une enkystation du *Trypanosoma Grayi* dans l'intestin postérieur de la *Glossina palpalis*. 46
Trypanosomiase. — Le traitement expérimental de la trypanosomiase chez les rats 904
Tube. — Formation des bulles gazeuses dans les parois des tubes à décharge chauffés. 812
Tuberculeux. — La mortalité tuberculeuse chez les blancs, les gens de couleur et les nègres aux Antilles. **115**
— Hygiène alimentaire du tuberculeux. 683
Tuberculose pulmonaire. — Cure marine de la tuberculose pulmonaire, de la neurasthénie, des suites du surmenage, de l'anémie, etc. 641
Tumeurs. — Technique du traitement des tumeurs blanches 41
Tungstène. — Des points de fusion du tantale et du tungstène. 560

TUNISIE. — Etude sur le climat de la Tunisie. 209
— La Tunisie et l'œuvre du Protectorat français. . . 684
— Etudes de physiologie appliquée à la spongiculture sur les côtes de Tunisie 1024
TURBINES. — Les turbines à vapeur 553
— Les turbines à vapeur dans les usines électriques. 567
— Les turbines à vapeur de l'usine Moabit à Berlin. 694
TURQUIE. — La Turquie économique. (Développement et mise en valeur des ressources de l'Empire ottoman). 333

U

ULTRAMICROSCOPES. — Les ultramicroscopes et les agents microscopiques 373
UNIVERSITÉ. — Le Conseil de l'Université de Paris . . 266
— Université de Lausanne 266
— L'Université de Paris 305
— Un legs de quatre millions à l'Université de Paris. 391
— Les amis de l'Université de Paris 613
— Les grandes bourses de voyage de l'Université de Paris 696
— Projet d'Université à Alger 737
— Personnel universitaire. 134, 222, 391, 570, 696, 737, 953
URÉDINÉES. — Tératologie végétale : anomalies provoquées par quelques Urédinées 4
USINES. — Installation des ateliers et usines 639
— Les usines hydro-électriques en France **651**
UTÉRUS. — Corrélation des fonctions ovarienne et utérine 648

V

VAPEUR. — Les accidents d'appareils à vapeur. . . . 262
— Sur la conductivité électrique des vapeurs salines. 298
— Sur deux modes de condensation de la vapeur d'eau sur les surfaces de verre 689
VÉGÉTAUX. — Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française. II. Le Karité, l'Argan et quelques autres Sapotacées à graines grasses de l'Afrique. 982
VENT. — Sur le traitement des observations du vent . 299
VÉNUS. — Les éléments de Vénus 525
VERRES. — Verres colorés pour l'observation des nuages 566
— Nouvelle méthode pour mesurer directement la double réfraction dans le verre soumis à une tension 731
VERTÈBRES. — Sur l'existence de vertèbres cartilagineuses dans le développement du crâne des Oiseaux. 524
VIANDE. — Valeur alimentaire des poudres de viande. 482
VIBRATIONS. — Appareil destiné à l'étude graphique de la composition des vibrations circulaires . . . 215
VIE. — Les phénomènes de la vie. La fécondation et l'hérédité 40
VINAIGRE. — La pasteurisation du vinaigre de vin . . 264
VIS. — Méthode simple pour déterminer les défauts périodiques des vis micrométriques 812
VISCOSITÉ. — Leçons sur la viscosité des liquides et des gaz. 595
VISION. — Sur l'anomalie des images dans la vision à travers une fente étroite. 694
VITESSE. — Encore quelques remarques sur la quantité H et la distribution de la vitesse d'après Maxwell 127
VOIX. — Les moyens de culture physique de la voix . **578**

Z

ZINC. — Mesures du phénomène de Zeeman sur les raies bleues du zinc. 425
— Essais de traitement des minerais de zinc dans un four électrique 691
ZOOLOGIE. — Revue annuelle de Zoologie. **833**

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS[1]

A

Abeille (Léonce), 118.
Abel (E.), 946.
Abel (O.), 692.
Abelous (J.-E.), 255, 558.
Abraham (H.), 172, 422, 470, 472, 514, 560, 643, 646, 984, 1026.
Abraham (M.), 38.
Abrami (P.), 646, 688, 903.
Achard (Ch.), 124, 471, 943, 1025, 1028.
Adams (F.-D.), 605.
Adhémar (Robert d'), 639.
Adil-bey, 43.
Aggazzotti (A.), 88.
Agostinelli (C.), 87, 384.
Aigner (F.), 86.
Albahary (J.-M.), 515, 643.
Alezais, 336, 517, 603.
Alglave, 255, 297.
Alilaire (E.), 1026.
Allemand (A.), 1024.
Allen (H. St.), 84.
Allen (T.-B.), 606.
Almansi (E.), 340, 732.
Alpers (W.-C.), 606.
Alquier (J.), **356** à **365**, **406** à **417**.
Alquier (L.), 516, 943.
Amar (J.), 170, 253, 1027.
Ambard (L.), 124, 214, 471.
Ammann (L.), 647, 688.
Ancel (P.), 123, 254, 687, 688.
Anderson (H.-K.), 605.
Andouard (P.), 516, 1028.
Andoyer (H.), 851.
André (Ch.), 645, 984.
André (Dr), 1027.
André (G.), 171, 213.
Anfreville, 213.
Angeli (A.), 340, 384.
Anthony (R.), 170, 809.
Apfelbeck (V.), 86, 523.
Appleyard (R.), 561.
Archbutt (L.), 561.
Argyropoulos (T.), 423.
Ariès, 250.
Arloing (F.), 602, 603, 688, 986.
Arloing (S.), 378.
Armagnac, 171.
Armaignac, 213.
Armand-Delille (P.), 123.
Armstrong (A.), 648.
Armstrong (H.-E.), 648, 855.
Arnoult (L.), 1026.
Arrivaut (G.), 253.
Arrous (J.), 379, 380, 425, 471.
Arsonval (A. d'), 212, 558, 809.
Arth (G.), 294, 852.
Arthaud (G.), 600.
Astou (F.-W.), 336, 904.
Astruc (A.), 558.
Asvadourova (Mlle), 559.
Athanasiadis, 1026.
Athanasiu (J.), 688.
Atkinson (E.-F.-J.), 338, 946.
Aubertin (Ch.), 214, 516, 645, 687, 688, 943, 1028.
Auché (A.), 336.
Auché (B.), 688, 810.
Auclair (J.), 171.
Audibert (V.), 335.
Audoin (E.), 2.
Auerbach (Bertrand), **307** à **311**.
Auger (V.), 170, 253, 256, 298, 902, 942.
Auld (S.-J.-M.), 338, 520, 604.
Austin (L.-W.), 1029.
Austin (P.-C.), 606.
Austin (T.-J.), 475.
Autonne (Léon), 77.
Auwers (A.), 607.
Aynaud (M.), 1028.
Ayrton (Mme), 690.
Azambuja (L. d'), 170.

B

Babès (V.), 377, 643, 644.
Babington (F.-W.), 338.
Bachmann (P.), 166.
Backmann (E.-L.), 172.
Baekeland (L.-H.), 691.
Baeyer (O. von), 339.
Bagnera (G.), 476, 942.
Bailey (H.-J.), 427.
Baillaud (B.), 37, 514, 902, 984.
Baillaud (J.), 170.
Bain (A.-W.), 338, 561.
Bainbridge (F.-A.), 216.
Baire (R.), 212.
Bairstow (L.), 1029.
Baker (F.), 561, 690.
Baker (H.-B.), 1029.
Baker (H.-E.), 85.
Baker (M.), 1029.
Bakhuyzen (H.-G. van de Sande), 127, 175, 303, 948.
Balbiano (L.), 476.
Balcelli, 423, 984.
Bale (F.), 520.
Ball (L. de), 947.
Balland (A.), 43, 899.
Ballenghien, 470.
Balthazard (V.), 645.
Baly (E.-C.-C.), 561, 690.
Bar, 515, 601.
Barbé, 516.
Barbier (Ph.), 600, 685, 1026.
Barbieri (G.-A.), 384, 476.
Barbieri (N.-A.), 515, 558, 643.
Bardet, 470.
Bardier (E.), 471.
Bardou (Paul), 296.
Bargellini (G.), 259.
Barger (G.), 257.
Barlow (W.), 175, 520.
Barot, 43.
Barratt (J.-O.-W.), 46, 648, 944.
Barrau (J.-A.), 947.
Barré (E.), 377, 422, 470, 557, 643.
Barré (A.), 334.
Barrett (E.), 175.
Barrowcliff (M.), 337, 475, 1029.
Barthe (L.), 601.
Barus (Carl), 78.
Basch (A.), 947.
Bashford (E.-F.), 518.
Basset (J.), 82, 125, 214, 255, 471, 688
Bassett (H. jun.), 84, 338.
Bassin (N.), 603.
Bassot, 984.
Bastelica (Costa de), 558.
Bataillon (E.), 472, 516.
Battelli (A.), 87, 340, 384, 1031.
Battelli (F.), 44, 214, 255, 335, 379, 471, 516, 559.
Battez (G.), 688.
Battier, 43.
Baubigny (H.), 558.
Baud (E.), 558, 686.
Baudeuf (Mme), 42.
Bauer, 517, 603.
Baume (G.), 212.
Baume-Pluvinel (A. de la), 984.
Baylac (J.), 213, 214, 253, 254, 298.
Beauchamp (P. de), 254, 557, 942.
Beaulard (F.), 422.
Beauverie (J.), 556.
Beauvy (A.), 943.
Bechmann (G.), 120.
Beck (C.), 985.
Beck (Th. C.), 175.
Beck von Managetta (G.), 947.
Becke (F.), 87, 563, 691.
Becker (L.), 689.
Béclère, 470, 515.
Becquerel (H.), 81, 253, 334,
Becquerel (J.), 42, 122, 253, 334, 409, 558, 559, 730, 984, 1026.
Becquerel (P.), 43, 985.
Beddard (A.-P.), 216.
Bedford (C.-H.), 258.
Béhal (A.), 126, 379, 422.
Beilby (G.-T.), 731.
Bellars (A.-E.), 382.
Belley (G.), 688.
Bellion (Mlle), 688, 903.
Bellucci (I.), 259, 384, 476.
Belonovsky (G.), 645.
Belot (Em.), 42, 422.
Bément (A.), 607.
Bemmelen (J.-M. van), 176, 383.
Bemmelen (W. van), 48.
Benham (W.-B.), 605.
Benjamin (H.), 515.
Bennesch (E.), 563.
Bennett (Al.-H.), 1029.
Bennett (H.-G.), 85, 258, 561.
Benoit (R.), 470.
Benoit-Gonin, 125.
Benson (M.), 690.
Bentley (W.-H.), 84, 946.
Bérard (L.), 124.
Berg (A.), 42.
Berger (E.), 42, 83.
Berger (P.), 171.
Bergeron (J.), 378, 423, 514, 942.
Bergonié (J.), 81, 125, 214, 809.
Bergtheil (C.), 338.
Bériel, 468.
Berkeley (Comte de), 84, 337.
Berlemont (G.), 377, 473.
Bernard (A.), 730.
Bernard (Léon), 424.
Berndt (G.-M.), 811.
Bernouilli (A.-L.), 522.
Bernstein (S.), 469.
Berry (A.-J.), 84.
Berthaud (J.), 42.

[1] Les noms imprimés en **caractères gras** sont ceux des auteurs des articles originaux.
Les **chiffres gras** reportent à ces ar-

Berthelot (Alb.), 687.
Berthelot (D.), 122, 170, 171, 601, 644, 686, 942.
Berthelot (M.), 42, 122, 212, 253, 334, 335, 336.
Berthon (P.), 514.
Bertiaux (L.), 555.
Bertillon (J.), 82, .
Bertrand (G.), 83, 126, 298, 557, 600, 604, 686, 985.
Bertrand (L.), 81, 171, 984.
Bertrand (L.-E.), 82.
Bertrand (Marcel), 212.
Bertrand (P.), 557, 643, 942.
Berwerth (F.), 563, 692.
Berzolari (L.), 732.
Besnier (E.), 644.
Besrejka (A.), 298, 517, 855.
Besson (L.), 514.
Beusekom (J. van), 856.
Bevan (E.-J.), 209, 382.
Beveridge (H.-H.), 988.
Béville (H. de), 515.
Beyerinck (M.-W.), 524.
Bianchi (L.), 732.
Bickel (A.), 562.
Biegon von Czudnochowski (W.), 127, 428, 521, 522.
Bierry (H.), 297, 559, 688, 986, 1028.
Bierry (L.), 424.
Bigourdan (G.), 81, 123, 170, 378, 557, 854, 902.
Bilancioni (Guglielmo), 40.
Billet (A.), 83, 603, 645.
Binet (A.), 772.
Binet (E.), 214.
Binet du Jassoneix, 42, 215, 422, 604, 643, 685.
Biquard, 83.
Bischof (Carl), 640.
Björling (Ph.-R.), 249.
Blache, 943.
Black (O.-F.), 946.
Blaise (E.-E.), 122, 297, 601.
Blake (F.-C.), 812.
Blakesley (T.-H.), 382.
Blanc (A.), 377, 384.
Blanc (G.), 123, 558, 601, 727, 902, 985.
Blanc (J.), 44, 83.
Blanchard (R.), 423, 424.
Blaringhem (L.), 81.
Blaserna (P.), 259.
Bloch (L.), 81, 557, 601, 686, 942, 987.
Blondel (A.), 381.
Bloxam (W.-P.), 126, 258, 475, 946.
Blum (G.), 212.
Blumenthal (A.), 559.
Blumenthal (F.), **995** à **1005**.
Blumstein (F.), 952.
Blumstein (L.), 952.
Blyth (M.-W.), 85.
Blythswood (Lord), 605.
Bocat (L.), 559.
Böckmam (Fr.), 294.
Bockwinkel (H.-B.-A.), 383.
Bodroux (F.), 515, 600.
Bœdtker (E.), 686.
Bœke (J.), 176, 564.
Bœr (M.-G. de), 383.
Boëseken (J.), 176.
Boggio (T.), 122, 854, 1031.
Bohn (G.), 44, 82, 124, 172, 214, 255, 298, 471, 517, 602, 1027.
Boidin (L.), 855, 903.
Boinet (E.), 854.
Bois, 685.
Boizard (G.), 986.
Bolk (L.), 48, 1032.
Bolton (Ch.), 518, 856.
Bonaparte (Roland), 170.
Bongiovanni (A.), 87, 476.
Bonnaire, 515.
Bonnier (G.), 122, 683.
Bonnier (J.), 644.
Bord (B.), 986.
Bordas (F.), 902, 942, 984.
Bordas (L.), 517.
Bordet (J.), 903.
Borrel (A.), 212, 559.
Borrelly, 902.
Bory (L.), 986.
Bosc (Em.), 81.
Bose (F.-J.), 43, 82.
Bosier (J.), 854.
Botelho (C. jun.), 645.
Bottomley (J.-T.), 519.
Bouchard (Ch.), 558.
Bouchonnet (A.), 334.
Boudouard (O.), 422, 469.
Bouffard (G.), 124.
Bougault (J.), 810.
Bouin (P.), 254, 255.
Boulanger (A.), 249, 418, 639.
Boulanger (Ch.), 529.
Boulanger (E.), 981.
Boule (M.), 378, 942.
Boulud, 172, 469, 559, 942.
Bounhiol (J.), 253, 254.
Bouquet (E.), 984.
Bourcart (F.-Ernest), 79.
Bourdier (L.), 903.
Bourgade de la Dardye (E. de), 985.
Bourgeois (Léon), 899.
Bourgeois (Lt Cl R.), **54** à **64**, 377, 809.
Bourget (H.), 37, 686, 984.
Bourget (Louis), 853.
Bourgoin (P.), **93** à **109**, **860** à **866**, **928** à **937**.
Bourion (F.), 601, 685.
Bourquelot (Em.), 297, 471.
Boussac (J.), 123, 171, 730.
Boussinesq (J.), 334, 335, 601, 643.
Boutan (L.), 600, 731, 984.
Boutroux (P.), 212, 601, 902.
Bouty (E.), 554, 685.
Bouveault (L.), 126, 298, 378, 422.
Bouvier (E.), 44, 212, 423, 810.
Bouvier (H.), 522.
Bouyer fils, 644.
Boveri (P.), 559, 602, 645.
Boyer (Jacques), 595.
Boyer (P.), 1025.
Boys (C.-V.), 1029.
Braak (C.), 48, 128, 176, 856.
Brachin, 83.
Bradshaw (L.), 518.
Bragg (W.-H.), 257, 605.
Branca (A.), 687, 1028.
Brandeis, 125, 214, 472.
Brasil (L.), 254.
Braun (L.), 260.
Braus (H.), 339.
Bréguet (Jacques), 809.
Bréguet (Louis), 809.
Bréon (R.), 377.
Brester (A.), 299.
Breteau (P.), 42, 809, 988.
Breton (J.-L.), 424.
Breton (M.), 213, 516, 855, 903.
Briggs (F.-J.), 382.
Briggs (R.-V.), 338.
Brillouin (M.), 514, 595.
Brindeau (A.), 516, 517.
Briner (E.), 335, 422, 685.
Briot (A.), 214, 514, 517, 556, 603.
Brioux (Ch.), 81.
Brislee (F.-J.), 691.
Brissaud (E.), 517, 603.
Brissemoret (A.), 255, 298, 380.
Brissy (G.), 559.
Brizi (M.), 732.
Brizi (U.), 260.
Broca (A.), 470, 809, 943, 1027.
Brochet (A.), 854.
Brœk (A.-J.-P. van der), 48.
Broglie (Maurice de), 297, 514, 603, 643, 988.
Bromwich (T.-J. I'A.), 293.
Bronson (H.-L.), 126.
Brossard, 855.
Brouardel (P.), 121.
Brown (H.-T.), 427.
Brown (J.-C.), 988.
Brown (S.-G.), 520.
Bruck (P.), 334, 984.
Brücker (E.), 168.
Brückner (C.), 692.
Bruel (A.), 80.
Bruhl (J.-W.), 84.
Brulé (M.), 903.
Brumpt (E.), 687.
Brunel (L.), 984.
Brunet (Louis), 87, 167, 260, 564, 608, 692.
Brunhes (Bernard), 209, 422, 770.
Brunhes (J.), 422.
Bruni (G.), 259.
Bruninghaus (L.), 378, 469.
Brunon (R.), 171, 470.
Brunswic-le-Bihan, 423.
Bruntz (L.), 81, 125, 255.
Bruschi (Mlle D.), 87, 260.
Bruyant (F.), 424.
Bruyant (L.), 380, 687.
Buchner (E.-H.), 45.
Buckmaster (G.-A.), 45, 518, 944.
Buckney (F.), 988.
Bucquoy, 43.
Budin (P.), 124, 171.
Buglion (G.), 384.
Buhl (A.), 335, 854, 1026.
Buisson (A.), 253.
Buisson (H.), 514.
Burdett (F.), 46.
Burgatti (P.), 259.
Burgess (G.-K.), 560.
Burnet (Et.), 602, 646.
Burrows (H.), 258.
Busquet (H.), 44, 425, 469, 516.
Byloff (K.), 522.

C

Cabannes (E.), 425.
Cabot (G.-L.), 691.
Caen (Julien), 418.
Cahn-Speyer (P.), 563.
Cain (J.-C.), 560.
Caldwell (R.-J.), 338, 648, 855.
Caldwell (W.), 175, 298.
Callendar (H.-L.), 216.
Calmette (A.), 125, 517, 558, 686, 855, 903.
Calot (F.), 41, 1027.
Cambi (L.), 384, 1031.
Cambier (R.), 214.
Cambon (Victor), 852.
Cameron (A.-T.), 605, 946.
Campbell (A.), 520, 732, 945.
Camus (J.), 44, 644, 855, 944.
Camus (L.), 516, 687.
Candlisch (D.-M.), 561.
Candlot (E.), 640.
Canovetti, 469.
Cantacuzène (J.), 43, 903, 943, 944.
Canton (M.), 732.
Cantor (Mathias), 691.
Cany, 470.
Capitan (L.), 171.
Caqueray (Gaston de), 119.
Caratheodory (C.), 514, 643.
Carda (K.), 946.
Cardoso (E.), 422.
Carle (P.), 170.
Carles (Georges), 333.
Carles (P.), 82, 253, 515.
Carmichael (E.-S.), 648.
Carnevali (F.), 476.
Carnot (P.), 335, 422, 602.
Carpentier (J.), 170, 253, 423, 469.
Carr (F.-H.), 257.
Carrasco (E.), 87.
Carré (H.), 82, 214, 255, 471, 688.
Carré (P.), 82.
Carrel (Al.), 124, 517, 602.
Carrière (G.), 943.
Carrieu, 43.
Cartan (E.), 469.
Carulla (F.-J.-R.), 338.
Cassie (W.), 216.
Cassuto (L.), 259.
Castaigne (J.), 1025.

Castelain (F.), 424.
Castellani (V.), 732.
Cathcart (E.-P.), 811.
Cathelin (F.), 986.
Caudwell (B.), 338.
Caullery (M.), 122, 124, **833** à **850**, 854, 941.
Caustier (E.), 1025.
Cavalié, 559.
Cavasse (A.), 172.
Cayeux (L.), 727.
Cazalbou (L.), 559.
Cépède (C.), 124, 377, 378, 902, 986.
Cerletti (N.), 88.
Cerletti (U.), 476.
Cermak (P.), 523, 692.
Cernovodeanu (Mlle P.), 83, 255, 380, 425, 559.
Cesari (L.), 124.
Cew (J.-A. de), 561.
Chablay (E.), 170.
Chabrié (C.), 378, 644.
Chabrier (J.), 645.
Chadwick (S.), 475.
Chaigne (J.), 472.
Chailley (Joseph), **435** à **452**.
Chamagne (G.), 298, 335.
Champtassin (de), 171.
Champy (Ch.), 125, 559.
Chantemesse (A.), 515, 644, **738** à **750**.
Chapman (D.-L.), 84, 475.
Chapman (H.-G.), 810.
Chaput (E.), 984.
Chaput (H.), 645.
Charabot (Eug.), 123, 253, 378, 419, 644.
Charbonnier (P.), 980.
Chardonnet (de), 643.
Charpenan (E.), 471.
Charpenel (R.), 855.
Charpy (G.), 42, 1026.
Charrier (H.), 336.
Charrin (A.), 122, 124, 170, 172, 213, 253, 471.
Chassagny, 215.
Chatin (A.), 514.
Chatin (J.), 171, 809.
Chattaway (F.-D.), 605, 606.
Chatton (Ed.), 124, 171, 335.
Chauffard (A.), 903.
Chauveau (A.), 170, 171, 334, 378, 1026.
Chauvel, 213, 558, 644.
Chazy, 686.
Chechia-Rispoli (G.), 87.
Chella (S.), 87.
Chéneveau, 643.
Chesneau (G.), 902.
Chevalier (Aug.), 685, 686.
Chevalier (J.), 123, 645, 686, 985.
Chevrel, 986.
Chifflot, 377.
Chio (M.), 340.
Chiray (M.), 172, 688, 986.
Chirié (J.-L.), 44, 254, 379, 943.
Chodat (R.), 770.
Chofardet (P.), 334, 730, 902, 984.
Chouchak (D.), 1027.
Chree (C.), 216.
Chrétien (H.), 809.
Christiani (H.), 44.
Chrystall (E.-R.), 988.
Chudeau (R.), 378, 558, 601.
Chwala (A.), 260.
Ciamician (G.), 259, 732.
Cipolla (M.), 476.
Cirera, 423, 984.
Ciuca, 471.
Ciusa (R.), 87, 259, 384.
Clairin (J.), 42.
Claret, 255.
Clarke (R.-W.-L.), 382.
Claude (A.), 125.
Claude (G.), 469, 730.
Claudel (J.), 899.
Clavari (E.), 476.
Claverie (P.), 254, 985.
Clay (J.), 856, 948.
Clerget (Pierre), 6, 41, 53, 169, 182, 252, 266, 306, 434, 530, 614, 776, 910, 953, 994.
Clerici (E.), 340, 384.
Clifford (W.), 691.
Cluzet (J.), 125, 214, 336, 1028.
Coates (J.-E.), 46, 174.
Cobb (J.-W.), 476.
Coblentz (V.), 427.
Codron (C.), 77.
Coffignier (C.), 473.
Coggia, 469.
Cohen (Ed.), 338.
Cohen (J.-B.), 520.
Cohen (N.-H.), 88.
Colardeau (E.), 294.
Colefax (A.), 945.
Coleman (W.-H.), 85.
Colfox (W.-P.), 648.
Colin (Ed.-El.), 42, 514.
Collie (J.-N.), 382, 988.
Collin (R.), 425.
Colomba (L.), 87.
Colombano (A.), 87, 1031.
Colson (A.), 122, 170, 212, 334, 422, 647, 685, 1026.
Combault (A.), 297, 471, 516, 688.
Combe (A.), 982.
Compton (A.), 1029.
Connaught (duc de), 45.
Contardi, 732.
Conte (A.), 1027.
Contremoulins (G.), **1012** à **1021**.
Cooper (W.-R.), 216.
Copaux (H.), 253, 988.
Corbino (O.-M.), 340.
Cordemoy (C. de), 1022.
Cornet (P.), 903.
Cornil (V.), 170, 213, 253, 423, 424, 855.
Cornu (F.), 947.
Cosmovici (L.-O.), 379.
Cosserat (Eug.), 1026.
Cosserat (Fr.), 1026.
Cossman (M.), 419.
Costantin (J.), 167, 469, 685.
Costanzi (G.), 902.
Cotte (J.), 336.
Cotton (A.), 122, 373, 425, 685, 984, 987.
Coudray (P.), 424.
Couriot, 1026.
Courmont (J.), 602, 645.
Courtade (L.), 44.
Courtauld (S.-L.), 338, 648.
Cousin (H.), 213, 986.
Coustet (Ernest), 727.
Couteaud, 602.
Coutière (H.), 379, 514, 855.
Couturat (Louis), 77.
Couvreur (E.), 172, 903.
Coux (H. de La), 419.
Couyot, 809.
Coyne (P.), 472, 559, 810.
Crafts, 604.
Cramer (W.), 518.
Crane (J.-E.), 428.
Crémieu (Victor), **7** à **13**, 173, 423, 472.
Crété (L.), 124.
Crichton (D.-C.), 988.
Crocker (J. C.), 298, 475.
Croft (W. B.), 427.
Crommelin (C. A.), 48, 88.
Cross (C. F.), 209, 382.
Cross (W. E.), 520.
Crossley (A. M.), 605.
Crossley (A. W.), 46, 427.
Crouzon (O.), 855.
Crova (A.), 600.
Cruchet (D. R.), 771.
Crussard, 253, 297.
Cruveilhier (L.), 516.
Cuénod, 423.
Cuénot (L.), 125, 168, 425, 683, 853, 901.
Culmann (P.), 336.
Cuniasse, 215.
Curie (Mme S.), 730, 809, 1026.
Cushny (A. R.), 605.
Cyon (E. de), 378, **634** à **638**.

D

Dainelli (G.), 259.
Dalhuizen (A. F. H.), 176.
Dalous (E.), 124.
Damoiseau (P.), 600.
Daniel (L.), 600, 942.
Darboux (G.), 1026.
Daremberg (G.), 171.
Dareste de la Chavanne (J.), 686.
Darier, 470, 644.
Darwin (F.), 174.
Darzens (G.), 212, 215, 470.
Dastre, 601, 943.
Daublebsky von Sterneck (R.), 691.
Daufresne (M.), 173, 422, 558, 854, 984.
Dautriche, 469.
Davidson (Allan A.), 210.
Daviers (J. H.), 561.
Davis (O. C. M.), 945.
Davis (W. A.), 648, 691.
Dawson (H. M.), 338.
Dean (Georges), 648.
Debove (G.-N.), 1025.
Decolle (W.), 563.
Decréquy, 213.
Defacqz (Ed.), 378, 600.
Defaut (A.), 947.
Degrais, 854.
Dehérain (Henri), 120.
Dehon (M.), 423, 646.
Dehorne (A.), 685.
Dejust (H. L.), 557.
Delage (Y.), 685, 731, 810, 942, 1027.
Delamare (G.), 297.
Delange (R.), 473, 557.
Delassus (Et.), 854.
Delbet, 43.
Delcourt (A.), 123.
Delépine (M.), 378, 427, 470, 473.
Delezenne (C.), 213, 254, 646, 687, 688, 943.
Delorme (E.), 254, 379.
Demanche (R.), 471, 688.
Demangeon (Alb.), 512.
Demenge (Emile), 120, 250.
Demole (Eug.), 297.
Demolis (E.), 293, 465, 1022.
Demolon (A.), 644.
Demoussy (E.), 1027.
Denayrouze (L.), 1026.
Denigès (G.), 125, 336.
Deniker (J.), **276** à **282**, 983, 1025.
Denjoy (A.), 643.
Depéret (Ch.), 43, 419.
Deprat, 122, 558, 644, 943.
Deprez (M.), 469.
Déré (Ch.), 44.
Derome (E.), 470.
Derrien (E.), 380.
Desbouis (G.), 44, 645.
Desfosses (P.), **229** à **233**.
Desgrez (A.), 424, 855, 985.
Deslandres (H.), 81, 170, 172, 297, 423, 730, 984, 1026.
Desmoulières (A.), 514.
Dessarmet (E.), 171.
Dessauer (F.), 299.
Deussen (E.), 260.
Devaux-Charbonnel, 381, 514, 984, 1026.
Dévé (F.), 379, 855, 903.
Dewar (Sir J.), 337, 643, 731.
Dhéré (Ch.), 82, 687.
Didsburg, 602.
Diener (C.), 563.
Diénert (F.), 120, 296, 900, 984.
Diesselhorst (H.), 812.
Dieulafoy, 644.
Dilthey (W.), 86.
Dintzl (E.), 563.
Dionneau (R.), 643.
Dixon (A. E.), 84, 475.
Dixon (H. H.), 174, 518.
Dobbie (J. J.), 427.
Dobell (C. C.), 518.
Doelter (C.), 86, 692.
Doglio (P.), 732.

Doléris, 470.
Dollfus (R.), 42.
Dombrowski (S.), 810.
Donau (F.), 563.
Dongier (R.), 560.
Donnini (F.), 384.
Dopter (Ch.), 378, 471, 904.
Dorlencourt, 81.
Douvillé (H.), 378, 422.
Douxami (H.), 376, 613, 770.
Dow (J. S.), 690.
Dowson (J. E.), 167.
Doyon (A.), 854.
Doyon (M.), 82, 125, 214, 254, 255, 297, 335, 380, 471, 516.
Dreaper (W. P.), 606.
Dreyer (G.), 423, 685, 686, 810.
Dreyfus (L.), 516, 603, 646, 943.
Dreyfus (W.), 607.
Driencourt (L.), 125.
Drobegg (G.), 427.
Drucbert (J.), 646.
Drude (Paul), 126.
Drzewina (Mlle A.), 471, 517, 602, 985, 1027.
Dubard (M.), 469, 854, 1027.
Duboin (A.), 902.
Dubois (Ch.), 424.
Dubois (R.), 44, 123, 124, 172, 213, 214, 297, 334, 380, 424, 471, 903, 986, 1028.
Duboscq (O.), 423, 942.
Dubrisay, 83.
Dubruel (E.), 333.
Ducamp, 984.
Ducceschi (V.), 88.
Ducelliez (F.), 600, 730, 809.
Duchemin (R.), 981.
Duclaux (J.), 942.
Ducretet (E.), 643.
Duddell (W.), 605.
Duffield (W. G.), 904.
Dufour (A.), 172, 465, 643, 942.
Dufour (Dr), 255, 425.
Dufour (L.), 600, 810.
Dufour (M.), 125.
Duhem (P.), 170, 329, 418.
Dujardin (J.), 78.
Dulac (H.), 984.
Dumont (J.), 43, 423, 728.
Dunoyer (L.), 1026.
Dunschmann (H.), 986.
Dunstan (A. E.), 46, 945.
Dunstan (A. H.), 175.
Dunstan (W. R.), 298, 561, 604.
Duparc (L.), 377, 557, 942.
Dupont (Ch.), 423.
Dupont (G.), 83.
Dupont (M.), 212.
Durand (E.), 685.
Durège (H.), 726.
Dutoit (Paul), **365** à **372**.
Duval (H.), 515.
Duval (Mathias), 254.
Dyhrenfurth (G.), 1030.

E

Eberhard 122, 854.
Eginitis (D.), 938, 984.
Ehrenhaft (F.), 340, 946.
Ehrlich (R.), 563.
Einthoven (W.), 856.
Eisenberg (Ch.), 298, 335, 379.
Elder (H. M.), 216.
Ellis (W.), 381.
Elsler (H.), 947.
Emich (F.), 563.
Emile-Weil (P.), 124.
Engler (A.), 85, 339.
Enriques (F.), 259, 476.
Enriquez (E.), 124, 471.
Ercolini (G.), 87, 384.
Erdheim (J.), 692.
Eredia (E.), 476.
Eredia (F.), 340.
Ermen (W.-F.-A.), 521.
Erréra (L.), 295.
Escard (Jean), 39.
Esclangon (E.), 334, 730, 984.
Espine (A. d'), 171, 644.
Esposito (M.), 298.
Etard (A.), 422, 1027.
Etévé (A.), 334.
Etienne (G.), 425, 986.
Everdingen (E. van), 1031.
Ewans (W.-Ch.), 561.
Ewart (A.-J.), 689.
Exner (F.), 522, 691.
Eyre (J.-V.), 855.

F

Fabius (G.-H.), 564.
Fabre (Ch.), 293.
Fabris (U.), 732.
Fabry (Ch.), 470, 514, 643.
Fabry (Eug.), 601.
Fabry (L.), 984.
Fairlie (F.-W.), 988.
Fantham (H.-B.), 254.
Fanto (R.), 340.
Farabeuf, 558.
Faria (O. de), 173.
Fassin (Mlle L.), 255, 298, 380.
Faucheron (L.), 1027.
Fauré-Frémiet (E.), 125, 214, 335, 517, 904, 986, 1027.
Fauvel (P.), 124, 422, 424, 425.
Favraud (A.), 422.
Favrel (G.), 644.
Fayet, 643, 645.
Féjer (L.), 643, 730.
Feldscharek (H.), 1031.
Felgentraeger (W.), 812.
Fenton (H.-J.-H.), 382.
Ferber (F.), 122, 334.
Féré (Ch.), 424.
Féret (R.), 465.
Fernbach (A.), 334, 601, 685.
Fernet (Ch.), 171, 985.
Ferranini (A.), 82.
Ferrié (G.), 809.
Ferrier (P.), 601, 645.
Féry (C.), 426.
Fesquet (E.), 981.
Feuillié (E.), 380, 424, 471.
Fèvre (J.), 250.
Ficaï (G.), 688.
Ficaï (J.), 516, 517.
Fierz (H.-E.), 475, 945.
Fiessinger (N.), 213, 380, 855, 903, 1028.
Filloux (L.), 557.
Filon (L.-N.-G.), 474, 731.
Findlay (Al.), 475.
Finger (E.), 523.
Fischer (Ernest), 469, 514, 562.
Fischer (Em.), 382, 608.
Fischer (F.), 476.
Flamand (G.-B.-M.), 558, 644.
Flaschner (O.), 260.
Fleig (C.), 213, 214, 601, 602, 645, 685, 687, 688, 903, 943, 944, 985, 1028.
Fleischmann (F.-N.-A.), 175.
Fleming (J.-A.), 216, 561, 944.
Fleury (Ernest), 92, 221, 265.
Flooh (A.), 563.
Flooh (J.), 946.
Flurscheim (B.), 561.
Foix, 334, 602, 731.
Folet (H.), 985.
Follet (L.), 380, 425.
Fonvielle (W. de), 643.
Forcrand (de), 558, 600, 902.
Forel (A.), 210.
Forgeot (E.), 378.
Forster (M.-O.), 427, 474, 475, 945, 1029.
Fortin (E.-P.), 122, 123, 214, 255, 516, 646, 686.
Fortineau (L.), 603.
Fosse (R.), 334, 644, 942.
Fouard (E.), 254, 256, 298, 558.
Foucaud (J.), 298.
Fouquet (Ch.), 172.
Fourneau (E.), 730.
Fournier (Alb.), 212.
Fournier (Alfr.), 423.
Fournier (H.), 212.
Fourrey (E.), 465.
Foveau de Courmelles, 985.
Fowler (A.), 855.
Fowler (G.-J.), 691.
Fox (J.-J.), 520, 690.
Francesconi (L.), 87.
Franchimont (A.-P.-N.), 176.
Franchis (M. de), 87, 476, 942.
Franck (J.), 522.
François (M.), 297, 378.
François-Franck (Ch.-A.), 123, 297, 380, 516, 588, 559, 604, 645, 687.
Frank (J.), 339.
Franke (A.), 608.
Frankel (E.), 260.
Frankland (P.-F.), 338.
Fraser (Malcolm A.-C.), 555.
Fréchet (M.), 122, 600.
Freundler (P.), 126, 171, 173, 215, 604.
Friedel (G.), **198** à **207**.
Friedl (A.), 84, 946.
Friedlaender (P.), 260, 692.
Frison (Mlle S.), 602, 688.
Fritel (P.-H.), 1027.
Fritsch (E.-F.), 174.
Fritsch (J.), 682.
Frobenius (G.), 608.
Froin (G.), 254, 255, 298, 855, 1028.
Fron (G.), 513, 555.
Frouin (A.), 44, 124, 125, 172, 255, 986, 1028.
Fubini (G.), 340, 476.
Funck, 44.
Furtwängler (Ph.), 727.

G

Gabet (G.), 122.
Gaiffe, 810.
Gaillard (J.), 335, 1028.
Gaillard (L.), 124, 943.
Gain (Ed.), 333, 901.
Gain (G.), 42, 514, 557.
Galesesco, 688.
Galimard (J.), 43.
Gallarotti (A.), 384.
Gallo (G.), 340, 384.
Gambier (B.), 378, 423.
Gamble (F.-W.), 605.
Gandillot (Maurice), 509, **714** à **721**.
Ganguli (A.-C.), 606.
Gard, 515, 643.
Gardner (J.-A.), 45, 518, 944.
Gardner (H.-D.), 946.
Garelli (F.), 476.
Garner (Th.-Ed.), 475.
Garnier (C.), 378, 730.
Garnier (M.), 380, 471, 516, 688.
Garnier (R.), 686.
Garrelon (L.), 43, 602, 687.
Garrelon (P.), 424.
Garret (A.-E.), 127.
Gastine (G.), 82.
Gatin (Ch.), 334.
Gatin (C.-L.), 251.
Gatin-Gruzewska (Mme Z.), 82, 645, 688.
Gaube, 903.
Gaubert (P.), 42, 375, 377, 640, 686, 902, 984.
Gaudechon (H.), 557, 600.
Gauducheau (A.), 214.
Gault (H.), 643.
Gaultier (René), 376, 471, 985.
Gaunt (P.), 691.
Gautié (A.), 424.
Gautier (A.), 43, 471, 1027.
Gautier (Cl.), 82, 124, 125, 172, 213, 214, 254, 255, 297, 335, 380, 516, 688, 1028.
Gautier (J.), 124, 125.
Gautrelet (J.), 125, 336, 472, 559, 600, 944.
Gaver (F. van), 83, 214, 336.
Gazdar (M.), 690.
Gebhard (N.-L.), 258.

Gehrcke (E.), 339, 522.
Geikie (Sir A.), 174.
Gellé (E.), 379, 903.
Gengou (O.), 255, 424, 646, 903.
Gentes (L.), 44, 336, 688.
Gentil (L.), 82, 122.
Geöcze (Z. de), 170.
Géraudel (Em.), 172.
Gerber (C.), 517, 558, 603, 685, 809, 810, 902, 943, 1028.
Gewin (J.-W.-A.), 1032.
Ghigi (A.), 732.
Giacobini, 297, 334, 557, 1026.
Giaconi (J.), 523.
Giaja (J.), 297, 559, 602, 986.
Gialdini (C.), 1031.
Giard (A.), 44, 82, 212, 254, 558, 902, 903, 944.
Gibson (Ch. S.), 1029.
Gibson (J.-A.), 606.
Giglioni, 476.
Giglio-Tos (Ermanno), 40.
Gilbert (A.), 43, 516, 517, 645, 687, 943, 985, 986, 1028.
Gill (A.-H.), 338.
Gimingham (C.-Th.), 298.
Gin (G.), 81.
Gineste (Ch.), 253.
Ginestous (G.), 209.
Girard (Ch.), 473.
Girard (Jules), 770.
Girard (P.), 516.
Girardin (P.), 469.
Giraud (A.), 214.
Girtler (R.), 340, 522, 608.
Gius (L.), 947.
Glangeaud (Ph.), 171, 213, 254.
Glasser (E.), 42.
Glassner (F.), 339.
Glatzel (Gr.), 521.
Gleditsch (Mlle), 1026.
Gley (E.), 44, 82, 687, 1027.
Glinkiewicz (Mlle A.), 340.
Glover (Jules), **578** à **583**, 644.
Gobert, 255.
Godby (M.-H.), 1029.
Godchot (Marcel), 83, 253, 256, 423, 601, 681.
Godeaux (L.), 948.
Godin (P.), 687.
Gold (E.), 257.
Golding (J.), 521.
Goldschmiedt (G.), 340, 946.
Goldstein (E.), 126, 213, 812.
Goldstein (J.), 1031.
Goldziher (Ch.), 422.
Gombault (A.), 379.
Gompel (M.), 602.
Gonnard (R.), 642.
Gonnessiat (F.), 643, 984.
Gorczynski (Ladislas), 768.
Goris (A.), 124, 514, 686, 1026.
Gorlani (M.), 340.
Gotch (Francis), 519.
Gougerot, 1028.
Gouin (A.), 516, 1028.
Goupil, 122, 170, 253, 1027.
Gourdon (E.), 515.
Gourdon (J.), 854.
Goursat (E.), 208, 514, 902, 942.
Gradenwitz (Alf.), 4, 52, 86, 127, 132, 221, 259, 299, 339, 428, 522, 608, 694, 774, 777, 812, 948, 1030.
Graeber, 86.
Graffigny (H. de), 80.
Graig-Smith (R.), 475.
Gramont (A. de), 466, 470, 685, 1026.
Grancher (J.), 644.
Grandeau (L.), 332, 900.
Grandidier (G.), 334.
Granger (A.), 469, 604.
Grasset (J.), 683.
Grassi (L.), 340.
Gravellat (H.), 125, 600.
Gravier (Ch.), 82, 253, 600.
Gray (R. W.), 475.
Green (A. G.), 174, 988.
Greenwood (M.), 216, 604.
Gregory (A. W.), 988.
Gréhant (N.), 171, 297, 423, 470, 687, 854.
Grenet (H.), 1027.
Griffon (Ed.), 81.
Grignard (V.), 558, 685.
Grimal (Em.), 253.
Grimbert, 810
Griner (G.), 988.
Groom (Percy), 519.
Groot (G. J. de), 384.
Grund (A.), 86.
Guebhard (A.), 170, 419, 942.
Guégen (F.), 471, 646, 941.
Guende (Mlle B.), 424.
Guéniot (P.), 943, 1028.
Guépin (A.), 854.
Guerbet (M.), 213, 855.
Guglielminetti, 43.
Guglielmo, 87.
Guichard (M.), 600, 604, 942, 985, 1029.
Guieysse (A.), 603, 645.
Guignard (L.), 1026.
Guillain (G.), 855, 903, 943, 1028.
Guillaume (Ch.-Ed.), 256, 332, 472, 480, 727, **1005** à **1012**.
Guillaume (J.), 212, 470, 557, 902, 942, 1026.
Guillemard (H.), 42, 83, 122, 173, 212, 424, 425, 471, 943.
Guilleminot (H.), 902, 943.
Guillet (L.), 377, 378, 469, 473, 557, **615** à **626**, **664** à **674**, 686, 809, 899.
Guilliermond (A.), 124, 685, 688, 942.
Guinchant (J.), 601, 686.
Gunther, 810.
Guntz, 44.
Guthnick (L.), 607.
Guttmann (O.), 606.
Guye (C.-E.), 643.
Guye (Ph.-A.), 81, 423, 558, 1023, 1026.
Guyénot (E.), 44, 516, 517, 602.
Guyot (A.), 44, 45, 423, 469, 470, 515.
Guyot (J.), 378, 469.
Gy (A.), 943, 1028.

H

Haas (P.), 690.
Hadamard (J.), 42, 166, 209, 469.
Haldane (R.-B.), 45.
Hall (A.-D.), 298.
Haller (A.), 212, 254, 334, 423.
Hallion (L.), 645, 687, 688.
Hallion (M.), 943.
Hallopeau, (H.), 515, 601, 602.
Halluin (M. d'), 425, 471.
Hamburger (H.-J.), 856, 948.
Hamonet (J.), 515.
Hamy (M.), 601, 603, 854, 950.
Hanausek (T.-F.), 260.
Handke (F.), 428.
Hann (J.), 563.
Hanni (L.), 947.
Hanriot (M.), 123, 126, 254, 255, 297, 334, 335, 422.
Hansky (A.), 557.
Hanssen (O.), 685, 686, 810.
Harcourt (R.), 338.
Hardt-Stremayer (R. von), 260.
Hardy (G.-H.), 293.
Hargreaves (W.-A.), 732.
Harreveld (Ph. van), 384.
Hart (W.-B.), 521.
Harter (A.), 986.
Hartley (W.-N.), 45, 258, 518.
Hartmann (H.), 41, **794** à **803**.
Haschek (E.), 522.
Hasenöhrl (F.), 947.
Hasslinger (R. von), 260.
Haudié (E.), 555.
Haug (E.), 378, 942.
Hauser (H.), 250.
Haushalter (P.), 425.
Havelock (T.-H.), 257, 904.
Hawthorne (J.), 84.
Hay (J.-G.), 945.
Heathcote (H.-L.), 811.
Hébert (A.), 168, 686, 729.
Hébert (P.), 645.
Hechler (W.), 298.
Heckel (Ed.), 81, 515, 942.
Heckel (E.), 947.
Hedley (E.-P.), 258.
Hekma (E.), 856.
Helbronner (P.), 377, 854.
Hemmelmayr (F. von), 947.
Hemsalech (G. A.), 170, 335, 377, 380, 558.
Henderson (A.), 988.
Henderson (G.-G.), 1029.
Henderson-Smith (J.), 689.
Henneguy (F.), 903, 985, 986.
Henri (V.), 44, 83, 214, 253, 255, 380, 425, 688.
Henriet (H.), **183** à **190**, **498** à **502**.
Henry (Ch.), 334, 854.
Henry (E.), 345, 903.
Henry (L.), 81, 212, 297, 515, 600, 601, 644, 730, 731, 809, 810, 985.
Henry (T.-A.), 604.
Henstock (H.), 258, 988.
Herbette (Jean), 374.
Hergesell (H.), 514.
Héricourt (J.), 941.
Hérissey (H.), 297, 298, 425, 471, 986.
Heritsch (F.), 523, 1030.
Herlitzka (A.), 88.
Hérouard (Edg.), 854.
Herrgott (F.-J.), 297, 335.
Herring (P.-T.), 855.
Herscher (M.), 516, 517, 687, 985, 1028.
Hervieux (Ch.), 172, 380, 472, 516, 686, 688, 986, 1027, 1028.
Herwerden (Mlle M. van), 384.
Herz, 607.
Herzig (J.), 692.
Hess (V.-F.), 260, 946, 1030.
Hesse (E.), 601.
Hewitt (J.-T.), 174, 520, 561, 605.
Heywood (B.), 984.
Hickmans (Mlle E.-M.), 475.
Hilditch (Th.-P.), 174, 258, 382, 561, 945.
Hill (E.-G.), 945.
Hill (L.), 216, 604.
Hillebrand (K.), 692.
Hilleret (G.), 334.
Hinard, 381.
Hinckley (J.-F.), 607.
Hinrichs (G.-D.), 42, 253, 423, 515, 558, 601, 902.
Hird (J.-M.), 945.
Hirst (G.-S.), **115** à **117**.
Hirtz, 43.
Hitzel (E.), 419.
Hobart (H.-M.), 465.
Hocevar (F.), 522.
Hoche (L.), 44.
Hochstetter (F.), 522.
Hodsman (H.-J.), 520.
Hœgner (Paul), 166.
Hofbauer (G.), 522.
Hoff (J.-H. van't), 607.
Höhnel (F. von), 340, 563.
Holborn (L.), 85.
Holdhauss (K.), 523.
Holl (M.), 260.
Hollard (A.), **72** à **76**, 555, 1024.
Holleman (A.-F.), 128.
Holmes (J.), 945.
Homer (Mlle A.), 382.
Hommell (R.), 729.
Hönigschmid (O.), 608, 946.
Hopfner (F.), 339.
Hopkinson (B.), 382.
Horrocks (Major W.-H.), 473.
Horton (Frank), 382.
Hostelet (G.), **483** à **497**.
Houdard (M.), 81, 378, 470, 553.
Houllevigne (L.), 646.
Howles (F.), 382.
Hubert (H.), 902, 942.
Hubner (J.), 520.

Hubrecht (A.-A.-W.), 383.
Huchard (H.), 123.
Hudellet (G.), 44, 125.
Humbert (G.), 422, 601, 902.
Hunt (J. S.), 945.
Hurwitz (A.), 122.
Husnot (P.), 559.
Hussey (A.-V.), 855.
Hutchinson (H.-B.), 521.
Hutchinson (M.-J.), 251.
Hutting r (K.), 563.
Hutton (R.-S.), 519.

I

Imbert, 517.
Ingham (H.), 338.
Inglis (J. K. H.), 606, 690.
Inmann, 380, 424, 425.
Innes (P. D.), 731.
Irvine (J. C.), 298, 945.
Irwin (J. T.), 690.
Isaac (Mlle F.), 605.
Iscovesco (H.), 44, 83, 123, 171, 214, 298, 379, 424, 471, 472, 516, 603, 645.
Iveagh (Vicomte), 45.
Izart (J.), 166.

J

Jaccard (P.), **961** à **967**.
Jaccoud, 1027.
Jackson (C.-G.), 338.
Jackson (Th.), 1029.
Jacob (A.), 122, 422.
Jacob (Ch.), 419.
Jacobesco (N.), 297.
Jacquet (L.), 515, 644.
Jaeger (F. M.), 88, 300.
Jaeger (J. M.), 48.
Jahn (J.), 947.
James (C.), 475.
Jammes (L.), 82, 123, 124.
Janet (Ch.), 213, 469, 1027.
Janssonius (H. H.), 128.
Jaquerod (A.), 122.
Jarricot, 380.
Jaumann (G.), 522.
Javal (E.), 123, 124.
Javelle, 1026.
Javillier (M.), 83, 686, 985, 1027.
Jeanbrau (E.), 985.
Jeancard (P.), 419.
Jeandelize (P.), 255, 425.
Jeanselme (E.), **19** à **36**, 516.
Jenks (R. L.), 258.
Job (A.), 469, 557.
Jobin (A.), 125.
Johnson (W. Mc A.), 691.
Joleaud (L.), 212, 1027.
Jolles (Mlle T. C.), 176.
Jolly (J.), 379, 687.
Joltrain, 123.
Joly (A.), 643.
Joly (H.), 297.
Jones (F.), 561.
Jones (G. C.), 475.
Jones (H. O.), 337, 606, 988.
Jonker (H. G.), 48, 127.
Jordan (Ch.), **531** à **544**, **571** à **579**.
Josué (O.), 517, 557, 602, 855, 903.
Jouaust (R.), 335.
Joubin (L.), **65** à **72**.
Jouffret (E.), 249.
Jouguet, 253, 297, 334, 809.
Jourde (Ant.), 688.
Jousset (A.), 603, 646, 687.
Jovitschitsch (M. Z.), 947.
Jowett (A. D.), 84.
Joyce (C. M.), 428.
Julius (W. H.), 47, 383.
Jumelle (H.), 600, 685, 809, 982.
Jungano (M.), 380, 424, 855.
Jungfleisch (E.), 253, 422, 423, 600, 601, 686.

K

Kahn, 515.
Kahn (H. Morel), 170, 422.
Kailan (A.), 260, 523, 563, 608, 692, 946.
Kalaboukoff (Mlle L.), 903, 1028.
Kalischer (O.), 562.
Kapteyn (W.), 88.
Karl (A.), 378.
Karl (G.), 685.
Karny (H.), 260.
Kaye (F.), 258.
Kaye (J.), 382.
Kayser (E.), 297, 335, 644, 686, **827** à **833**, 900.
Keane (Ch. A.), 258.
Keating-Hart (de), 214, 644, 687.
Keesom (W. H.), 128, 175, 300, 383, 564, 948.
Kelsch, 335, 644.
Kempe (A. B.), 174.
Kendirdjy (L.), 597.
Kenyon (J.), 475, 520.
Kermorgant, 82, 213.
Kerschbaum (F.), 563.
Khotinsky (Eug.), 170.
Kielhauser (E.), 86.
Kilian (W.), 82, 122, 419.
Kimpflin (G.), 123.
Kipping (F. S.), 174, 382.
Kirmisson (E.), 171, 559.
Kirpal (A.), 523.
Kirton (T. N.), 521.
Kittl (E.), 947.
Kleeman (R. D.), 519.
Klein (C. A.), 691.
Klein (J. F. C.), 686.
Kling (André), **283** à **292**, **311** à **318**, 470.
Kling (P. E.), 988.
Klobb (T.), 686.
Kluyver (J. C.), 88.
Knight (Mlle L. E.), 690.
Koby (F.), 419.
Koch (F. W. R.), 127.
Kœnigs (G.), 170, 212, 297.
Kœrner (G.), 732.
Kœssler (K.), 380.
Kohn (M.), 523, 608, 692, 946.
Kollmann (M.), 172.
Kolowrat (L.), 730.
König (B.), 260.
Koorders (S. H.), 564, 856.
Korda (Désiré), 119.
Korn (A.), 600, 643.
Kowalski (J. de), 170, 378, 730.
Krassousky (K.), 942.
Kraus (R.), 692.
Krcmar (J.), 523.
Krebs, 377.
Kremann (R.), 563, 697, 947.
Krempf (A.), 123.
Kronecker (H.), 423.
Kruppa (E.), 691.
Krygowski (Z.), 422.
Ktenas (C. A.), 335, 1027.
Kühnen (F.), 727.
Kunckel d'Herculais (J.), 213.
Kunstler (J.), 82, 214, 253, 378, 472, 688.
Kuss (G.), 123, 124, 380.

L

Laar (J.-J. van), 524, 856.
Labbé (H.), 171, 424, 471, 559, 602, 645, 687, 903, 944, 1028.
Labbé (M.), 121, 376, 421, 471, 556, 853, 900, 983, 1025.
Labrouste, 601.
Laby (T. H.), 519.
Lacomme (L.), 43, 379.
Lacroix (A.), 170, 557, 600, 809, 943.
Ladenburg (E.), 522.
Laederich (L.), 424, 470.
Lafforgue, 471, 602.
Lafite-Dupont, 125.
Lafon (G.), 471, 472, 516.
Lafont (F.), 729.
Lagarde (I.), 170.
Lagrange, 82.
Lagrave (Coste de), 683.
Lagriffoul, 43, 123, 944, 1028.
Laguesse (E.), **968** à **979**.
Laignel-Lavastine, 855.
Lainé (E.), 254.
Laisant (C.-A.), 373, 681.
Lalesco (T.), 334, 984, 1026.
Laloue (G.), 123, 253, 378, 644.
Lamarck (J. B.), 941.
Lamarcodie (G. de), **13** à **19**, **395** à **405**, **654** à **661**, **788** à **794**.
Lambert (Mlle), 645.
Lambert (A.), 170.
Lambert (J.), 419.
Lambert (M.), 123.
Lamotte (M.), 39, 941.
Lampa (A.), 86, 692.
Lampel (H.), 563.
Lams (H.), 213, 298.
Lamy (H.), 645, 646.
Lancereaux (E.), 43, 123, 253.
Lancien (A.), 600.
Lander (G. D.), 520.
Landerer (J. J.), 951.
Landini (G.), 340.
Landouzy (L.), 470, 985.
Landrieu (Ph.), 253.
Landsteiner (K.), 523.
Lane (J.), 258, 607.
Lang (V. von), 692.
Lang (W. R.), 85, 606, 691.
Langelaan (J. W.), 127.
Langlois (J.-P.), 43, 44, 424, 602, 645, 687, 943.
Lannelongue, 470, 943.
Lapersonne (de), 471.
Lapicque (L.), 82, 379, 380, 424, 516, 600, 645, 944, 1027.
Lapicque (Mme L.), 124, 517.
Lapie (G.), 297.
Lapie (Paul), 772.
Laporte (F.), 335.
Lapparent (A. de), 469.
Lapworth (A.), 175, 382, 475, 561, 1029.
Larminat (E. de), 899.
Larmor (J.), 174.
Laroche, 1028.
Larter (A. T.), 167.
La Sante (P. Xavier de), 296.
Laske (V.), 692.
Lassablière (P.), 43, 380, 515.
Lattey (R.-T.), 1029.
Launay (L. de), 378, 942, 1023, 1027.
Launay (L.), 298, 602, 986.
Laurent (L.), 853.
Laussedat, 334.
Laveran (A.), 171, 213, 297, 513, 601, 686, 687, 810, 942.
Lavergne (Gérard), 465, 639, 768.
Law (H.-D.), 174, 338.
Lazennec (I.), 81, 83, 254, 378, 473, 557.
Leach (F.-P.), 46.
Leathem (J.-C.), 293.
Leathes (J.-B.), 811.
Léauté (H.), 250.
Lebar (L.), 211.
Le Bas (Mlle G.), 84, 475.
Lebeau (P.), 122, 377, 378, 469, 558, 600, 604, 644, 685, 810.
Lebel (A.), 422.
Lebesgue (H.), 212, 334, 340, 384.
Lebeuf (A.), 639, 730, 851, 938.
Leblond (M.-A.), **675** à **680**.
Le Cadet (G.), 422, 984.
Lécaillon (A.), 44, 254, 379, 380.
Lecène (P.), 297.
Le Chatelier (H.), 125, 422.
Lecher (E.), 86, 260.
Le Clerc, 171.
Leclerc du Sablon, 123, 334, 985.
Lecornu (L.), 42, 81, 334.
Le Dantec (A.), 688.
Ledebt (Mlle S.), 810.
Le Dentu, 82.

Ledingham (J.-C.-C.), 689.
Leduc (A.), 557, 601,
Leduc (S.), 82.
Leenhardt (E.), 123.
Lees (C.-H.), 605.
Lees (F.-H.), 690.
Lees (N.) 606.
Lefebvre (Ch.), 425.
Legendre (R.), 214, 516, 517, 942, 1028.
Léger (E.), 170, 254, 855, 1026.
Léger (L.), 423, 601, 942, 943.
Leithauser, (G.), 562.
Leitinger (R.), 1031.
Lelieuvre (M.), 329, 509, 595.
Lelièvre (A.), 124, 335, 422.
Lely (C.), 176, 383.
Lemaire (H.), 687.
Lemaire (J.), 855, 903.
Lemierre (A.), 688.
Lemoine (G.-H.), 123, 212, 985.
Lemosy d'Orel, 602, 645.
Lemoult (P.), 686, 1026.
Le Noir (P.), 855.
Leon (A.), 86, 947.
Leonardi (C.), 1031.
Léopold-Lévi, 83, 124, 213, 379, 380, 424, 516, 1028.
Lepage (L.), 43, 336, 379, 471.
Lépine (J.), 688, 855, 903.
Lépine (R.), 172, 469, 559, 942.
Leprince (M.), 985.
Leprince-Ringuet (F.), 212.
Leriche (M.), 375, 730.
Leriche (R.), 82, 335, 854.
Leroide (J.), 377, 647.
Leroux (Dr), 985.
Leroux (H.), 423, 600, 809, 988.
Lesage (A.), 602.
Lesbre (F. X.), 123,
Lesieur (Ch.), 82, 297, 602.
Lesne (P.), 515.
Lesné, 603.
Le Sourd (L.), 516, 1028.
Lespieau (R.), 83, 123, 514.
Le Sueur (H. R.), 690.
Letalle, 903.
Leteur (F.), 981.
Létienne (A.), 468.
Letulle (M.), 43, 471, 472, 516, 602.
Leturc (Emile), 265.
Levaditi (C.), 379, 380, 424, 425, 471, 559.
Leveau (G.), 984.
Levi (B.) 87.
Levi (E.-E.), 259, 1031.
Levi (G.), 87.
Levi-Civita (T.), 730.
Lévy (Mlle), 82.
Lévy (D.-M.), 904.
Lévy (Maurice), 726.
Lévy-Franckel, 213.
Lévy-Valensi, 1028.
Lewandowski (Maurice), 252.
Lewkowitsch (J.), 606.
Leys (A.), 644.
Lezé (R.), 596, 682, 943, 1023.
Lichtenfels (O. von), 1030.
Lignières (J.), 903, 985.
Lilienfeld (G.-E.), 126.
Lilienfeld (J.-E.), 428.
Linden (Mlle von), 255, 297.
Lindet (L.), 596, 647, 685, 1023.
Lindner (J.), 692.
Linossier (G.), 123.
Linsbauer (K. et L.), 87.
Liouville (R.), 81.
Lippmann (A.), 43, 645, 943, 1028.
Lippmann (G.), 422, 514, 643, 685.
Lisbonne (M.), 602.
Litschauer (V.), 563.
Littlebury (W.-O.), 258.
Livon (Ch.), 603.
Livon (J.), 517.
Llobet (A.-F.), 81.
Lo Bianco (S.), 476.
Lobstein (E.), 123, 124, 380.
Lock (R.-H.), 216.
Locquin (R.), 216, 378, 810.
Loeb (J.), 985.
Lœper (M.), 516, 517, 559, 602, 688.
Loewy, 514, 527, 902.
Loiseleur, 516, 517.
Lombard (Joanny), 418,
Lorand (A.), 124.
Lorin (Henri), 120.
Lortet (L.), 601.
Loth (Gaston), 684.
Louise (E.), 644.
Love (A.-E.-H.), 519.
Loverdo (J. de), 82, 601.
Lovisato (D.), 476.
Lowe (F.-H.), 475.
Lowi (E.), 564.
Lowry (T.-M.), 690.
Loyez (Mlle M.), 125.
Lubimenko (W.), 170, 297, 469, 1027.
Lucas (A.), 601.
Lucas (C.-P.), 466.
Lucas-Championnière (J.), 515.
Lucerna (R.), 947.
Lucien (M.), 125, 986.
Ludendorff (H.), 608.
Ludre (Mme de), 424.
Luizet (M.), 942.
Lumsden (J.-S.), 46.
Lunge (G.), 770.
Lunt (J.), 336.
Lutz (L.), 296, 468.
Lyle (T.-R.), 257.

M

Mac Alpine (D.), 682.
Mac Bain (J.-W.), 945.
Macbride (E.W.), 811.
Mc Callum (J.), 988.
Macchia (F.), 259.
Macchia (P.), 476.
Mac Connan (J.), 175.
Macdonald (J.-S.), 46.
Mc Gyll (A.), 691.
Mach (E.), 692.
Machat (J.), 684.
Mache (H.), 86, 692.
Maciag, 645.
Mc Intosh (J.), 559.
Mackenzie (Al.), 475, 606, 988.
Maclaud, (Ch.), 120,
Maclaurin (R.-C.), 45, 257.
Mc Leod (J.), 258.
Mac Mahon (P.-A.), 174.
Mc Millan (A.), 298.
Mc Sanders (J.-C.), 988.
Maddocks (W.-H.), 126
Magnan (A.), 469, 470.
Magri (G.), 340, 884.
Magri (L.), 87, 340, 1031.
Magson (T.-H.), 690.
Maheu (J.), 852.
Maige (A.), 170, 297.
Maignon (F.), 123, 686, 902.
Mailhe (A.), **159** à **165**, 378, 423, 470, 601, 682, 1026.
Maillard (L.-C.), 214, 557, 688, 986.
Maillet (Edm.), 212, 469, 595, 942.
Maire (M.), 122, 297, 601.
Makower (W.), 520.
Malaquin (A.), 685.
Malassez (L.), 44.
Malclès (L.), 170.
Malfitano (G.), 42, 644.
Mallein, 603.
Mallock (A.), 174, 519, 605, 811.
Malvoz (E.), 379.
Manceau (E.), 686.
Mancini (Ernesto), 88, 260, 340, 384, 476, 732, 1031.
Mangin (L.), 425, 469, 985.
Mann (A.-E.), 427.
Mann (E.-A.), 521.
Manning (R.-J.), 691.
Manouélian (Y.), 213.
Manquat, 558.
Mantoux (Ch.), 904.
Mantoux (Paul), 252.
Maquenne (L.), 167, 210.
Mar (A.), 124.
Marage, 470, 514, 903, 943.
Marcano, 1027.
Marchal (P.), 903.
Marchand (H.), 297, 335, 686.
Marchand (L.), 123, 424.
Marchetti (G.), 384.
Marchi (L. de), 384, 476.
Marchis (L.), 249.
Marchoux (E.), 379, 855.
Marcolongo (R.), 732.
Marie (A.), 125, 172, 380, 471, 559, 602, 688, 855, 904, 944.
Marie (C.), 375, 601, 643.
Marie (P.), 424.
Marinesco (G.), **145** à **159**, **190** à **198**, 213, 253, 334, 422, 645, 688, 810.
Marini (G.), 87.
Marini (L.), 383.
Marino (L.), 340.
Marmoreck (A.), 124.
Marples (M.-E.), 175.
Marquis (R.), 42.
Marsden (Mlle E.-G.), 690.
Marsh (J.-E.), 475, 1029.
Marshall (H.-A.), 648, 946.
Martel (E.-A.), 254, 601, 644, 809.
Martel (H.), 557.
Martelli (A.), 384.
Martens (F.-F.), 85, 428.
Martin (A.), 82, 123, 124.
Martin (G.), 379.
Martin (J.), 425,
Martin (J.-B.), 810.
Martin (L.), 213, 810.
Martin (W.-B.-M.), 473.
Martinand (V.), 558, 685.
Martinelli (M.), 340.
Martinet (Alf.), 421.
Martinez (A.-B.), 252.
Martyn (G.-H.), 689.
Mascarelli (G.), 732.
Mascarelli (L.), 87, 340, 1031.
Mason (W.-H.), 474.
Massaglia (A.), 810, 902.
Massart (J.), 466.
Massau (J.), 686.
Massol (G.), 984.
Masson (O.), 475.
Matha, 730.
Mathias (E.), **697** à **714**.
Matignon (Camille), **348** à **356**, 899, 902.
Matza (A.), 44, 171, 603, 645.
Maublanc, 903.
Mauguin (Ch.), 83, 557.
Maurel (E.), 124, 172, 255, 298, 335, 472, 516, 602, 645.
Maurenbrecher (A.-D.), 300.
Mauté (A.), 124, 986.
Mauthner (J.), 692.
Mayer (A.), 83, 124, 214, 255, 335, 379, 424, 425, 644, 645, 646, 687, 984, 1027, 1028.
Mayerhofer (E.), 523.
Maygrier, 515.
Mayr (G.), 340.
Mazé (P.), 42, 643.
Mazzucchelli (A.), 87, 476, 732.
Medici (S.), 384.
Meerburg (J.-H.), 176.
Mees (C.-E.-K.), 174.
Meige (H.), 211, 597, 683.
Meillère (G.), 559, 601, 855, 903.
Meldola (R.), 46, 945.
Meldrum (A.-N.), 561.
Mellor (J.-W.), 427, 475.
Ménard (P.-J.), 1028.
Mendeléeff (D.-J.), 170.
Mendola (L.), 732.
Mercadier (E.), 512.
Mercalli (G.), 122.
Mercier (L.), 44, 425, 559, 943.
Merczyng (H.), 122.
Merklen (Fr.), 419.
Merlin (J.), 81.
Meslin (G.), 212, 335, **452** à **459**.

Mesnil (F.), **833** à **850**.
Messel (R.), 427.
Mestrezat (W.), 685, 688.
Metchnikoff (E.), 420.
Mettler (E.), 335.
Meunier (F.), 643.
Meunier (J.), 377, 470, 854, 1026.
Meunier (L.), 171.
Meunier (St.), 81.
Meurice (J.), 598.
Meyer (A.), 563.
Meyer (F.), 942.
Meyer (H.), 86, 260, 946, 947.
Meyer (J. de), 904.
Meyer (S.), 522.
Meyer (W.-F.), 522, 523.
Micheels (H.), 43.
Michel (Ch.), 423.
Michel L. , 42, 644.
Michel-Lévy (A. , 171, 334.
Micklethwait (Mlle F.-M.-G. , 257, 945.
Mieli (A.), 259.
Miers (H.-A.), 605.
Milhaud (G.), **223** à **228**.
Miller (W.-G.), 338.
Millochau (G.), 173, 212, 377.
Millosevich (E.), 384, 476, 732, 1031.
Millosevich (F.), 259, 476, 732.
Minchin (E.-A.), 45.
Minea (J.), 253, 334, 422, 645, 688, 810.
Minet (Ad.), 253.
Mirande (M.), 730, 809, 810, 943, 1028.
Mironescu (Th.), 43.
Mitchell (H.-V.), 605.
Mobius, 607.
Modestov (Basile), 983.
Mogendorff (E.-E.), 88.
Moir (J.), 988.
Moissan (H.), 82, 126, 213, 253, 334, 377.
Mola (P.), 601.
Molisch (H.), 563.
Moll (W.-J.-H.), 127, 383.
Moll (J.-W.), 128.
Molliard (M.), 469, 984.
Monaco (Prince A. de), 122.
Monier-Vinard, 44, 123, 172.
Monod (Ch.), 123, 558.
Monod (V.), 335.
Montel (P.), 984.
Monti (V.), 732.
Monvoisin, 687.
Moodie (Mlle A.-M.), 298.
Moody (G.-T.), 382.
Moog (A.), 943.
Moog (R.), 424, 425, 471.
Moore (T.-S.), 520.
Morax (V.), 901.
Moreau (B.), 124.
Morel (A.), 82, 124, 125, 214, 254, 255, 335.
Morel (Ch.), 124.
Morel (L.), 944.
Morell (R.-S.), 382.
Morera (G.), 259.
Moreux (abbé Th.), 430, 984.
Morgan (E.), 561.
Morgan (G.-T.), 257, 338, 605, 945.
Morgenstern (O.), 523.
Morhardt (P.-E.), 296.
Morrow (J.), 945.
Mosenthal (H. de), 521.
Mosny (E.), 121.
Mossler (G.), 692, 1030.
Mosso (U.), 384.
Motet, 644.
Mouilpied (A.-Th. de), 174.
Moulin (M.), 646.
Moulin (P.), 600.
Moullin (Marcel), 215.
Mouneyrat (A.), 469, 515.
Moure, 644.
Moureaux (Th.), 81.
Moureu (Ch.), 81, 83, 167, 173, 254, 378, 422, 473, 515, 557, 903, 942, 985, 988, 1026, 1029.
Moussu, 687, 985, 1027.
Mouton (H.), 373, 685, 688, 984, 987.
Mudge (G.-P.), 174.
Muir (M.-M.-P.), 690.
Muir (Robert), 473.
Muller (H.), 946, 988.
Muller (P.-Th.), 375.
Mulon (P.), 472.
Munk, 339.
Muntz (A.), 254.
Murat (Louis), 641.
Murat (Paul), 641.
Muratet (L.), 380.
Murray (J.-A.), 518.
Muskens (L.-J.-J.), 524, 564.
Mutermilch (W.), 557, 600, 604.
Myller (A.), 942.

N

Nabias (B. de), 44.
Nachet (A.), 422.
Nageotte (J.), 124, 214, 255, 379, 602, 645, 986, 1028.
Nalepa (A.), 523.
Nansouty (Max de), 901.
Napper (S.-S.), 382.
Nardi-Greco (Carlo), 983.
Nasini (R.), 87, 732.
Nathan (M.), 903.
Nattan-Larrier (L.), 516, 517, 645.
Neesen (F.), 522.
Nègre (L.), 904.
Negri (A.), 732.
Négris (Ph.), 1027.
Nélaton, 943.
Nelli (B.), 259.
Neogi (P.), 1029.
Nepper (H.), 687, 688, 944.
Nepveu (A.), 470, 645, 646.
Nernst (W.), 86.
Netter (A.), 43, 171, 254, 255, 298, 335, 379, 380, 424, 645, 687, 638, 986.
Neuville (H.), 81, 122, 170.
Neveu-Lemaire (M.), 855.
Niccolini (G.), 732.
Nicholls (H.-A. Alford), 682.
Nichols (W.-W.-S.), 258.
Nicklès (R.), 297.
Nicloux (M.), 43, 44, 82, 123, 124, 125, 172, 212, 602, 688, 943.
Nicolardot (P.), 378, 381, 427.
Nicolas (E.), 981.
Nicolas (G.), 470.
Nicolétis, 124.
Nicolle (Ch.), 213, 423, 687, 730.
Nicolle (M.), 43, 645.
Nielsen (N.), 253, 553.
Nierstrasz (V.-E.), 564.
Niessl von Mayendorf (G.), 260.
Nieuwenhuyze (P.), 176.
Niewenglowski (Paul), 639.
Nobécourt (P.), 379, 904.
Nodon (A.), 809.
Noica, 602.
Noirel, 377.
Nordmann (Ch.), 78, 336.
Nordmeyer (P.), 522.
Normand (J.-A.), 42.
Novitzky (A.), 685.
Nussbaum (F.), 469.

O

Obermayer (A. von), 563.
Oberthur, 471.
Ocagne (M. d'), 170, 342, **392** à **395**, 422, 469, 726.
Occhialini (A.), 87, 259.
Oddo (B.), 384.
Oddo (G.), 87.
Oddone (E.), 334, 335.
Oechsner de Coninck (W.), 377, 470.
Offret (A.), **502** à **508**.
Ofner (R.), 260.
Olivari (F.), 476.
Ollivier (H.), 517, 600.
Onnes (H. Kamerling), 48, 88, 128, 175, 176, 300, 383, 564, 856, 948.
Orchardson (J.-A.), 126.
Orlando (L.), 259, 1031.
Ornstein (Mlle S.), 44.
Ortoleva (G.), 732.
Orton (K.-J.-P.), 46, 174, 561, 945.
Oss (S.-L. van), 383.
Oudemans (J.-A.-C.), 42, 88, 127.

P

Pachon (V.), 425, 469, 516, 559, 603, 1028.
Pacottet (P.), 643.
Padoa (M.), 1031.
Paddison (W.-P.), 855.
Pagniez (Ph.), 516, 944, 1028.
Painlevé (P.), 42, **911** à **913**.
Palazzo (F.-C.), 476.
Pamard, 943.
Papillon (H.), 424.
Paraf-Javal, 125.
Pardé (L.), 512.
Pardo (R.), 260.
Parhon (C.), 985.
Paris (L.), 171.
Pariset, 602, 1028.
Parisot (J.), 425, 986.
Parker (J.-G.), 85.
Parravano (N.), 87, 259.
Parrozzani (A.), 87.
Parsons (C.-A.), 811.
Pascal (E.), 87.
Pascalis, 126.
Pastureau, 122.
Patein (G.), 645, 854, 943.
Paterno (E.), 340, 476.
Patterson (Th.-S.), 298, 382, 988.
Pauchet, 515.
Paul (D. Mc L.), 258,
Paulesco (C.), 254.
Paulesco (N.), 123, 253.
Pays-Mellier (G.), 1027.
Peachey (S.-J.), 382.
Pearce (A.), 377.
Pearce (F.), 557.
Pécheux (Hector), **109** à **114**, 294, 854.
Péchontre (F.), **234** à **248**.
Peckham (S.-F.), 338.
Pedler (Sir A.), 427.
Peju (G.), 43, 82, 425, 471, 472, 516, 944.
Pekelharing (C.-A.), 1032.
Pélabon (H.), 514, 643.
Pelet-Jolivet (L.), 1026.
Pellat (H.), 253, 377, 422, 423, 902.
Pellegrin (J.), 514, 686.
Pellin (F.), 172, 984.
Pelourde (F.), 985.
Pénières (L.), 43.
Pensa (Henri), 169.
Perdrix (L.), 214, 517.
Pérez (Ch.), 472, 559, 689, 944.
Perkin (A.-G.), 258, 298, 475, 476, 946.
Perkin (F.-M.), 174, 250.
Perkin (Sir W.-H.), 427, 474.
Perkin (W.-H. jun.), 46, 298, 475, 520, 561, 690.
Perman (E.-P.), 561, 647.
Pernet, 984.
Pernter (J.-M.), 260, 1031.
Pérot (A.), 470, 1026.
Perotti (R.), 340, 1031.
Perrier (L.), 298.
Perrier de la Bathie (H.), 600, 685, 809.
Perrin (Jean), 374, 426.
Perrin (M.), 986.
Perrot (Em.), 40, 251, 771, 982.
Perrot (F.-L.), 122.
Perrotti (P.), 259.
Perry (J.), 216.
Perusini (G.), 88.
Pervinquière (L.), 728.
Pesloüan (Ch. Lucas de), 509.
Petavel (J.-E.), 519, 605.
Petit (G.), 125, 213, 516, 855, 903.
Petit-Bois (A.), 1022.
Petot (Alb.), 768.
Petri (L.), 260, 732.

Pettit (A.), 44, 424, 903, 986, 1028.
Peyron, 3 6.
Philibert (A.), 423.
Philip (J.-Ch.), 44, 382.
Philoche (Mlle), 83.
Phisalix (Mme M.), 171, 253.
Picard (Em.), 42, 469.
Picart (L.), 984.
Picciati (G.), 732.
Pick (G.), 86.
Pickard (R.-H.), 258, 475, 520.
Pickering (E.-C.), 686.
Pickering (S.), 258.
Picqué (L.), 254, 687.
Pictet (Amé), 170, 685.
Piéron (H.), 43, 44, 82, 124, 172, 212, 214, 254, 255, 424, 471, 472, 516, 558, 944, 985, 986, 1028.
Pietschmann (V.), 947.
Pietre (M.), 254, 558, 647.
Pignet, 45.
Pigorini (L.), 384.
Pinard (A.), 644.
Pincherle (S.), 340.
Pincussohn (L.), 562.
Pinoy (E.), 43, 213, 1028.
Piola (F.), 87, 340.
Pionchon (J.), 293.
Piot-Bey, 810.
Piquand, 516, 646, 943.
Pirani (von), 258.
Pittard (Eug.), 43.
Pizzetti (P.), 340, 476.
Place (T.), 176.
Plancher (G.), 87, 259, 340.
Planck (M.), 126, 259.
Plate (A.-G.), 770.
Playoust (Charles), **550** à **552**.
Plimmer (H. G.), 336, 904.
Pochettino (A.), 87.
Pochin, 382.
Pocklington (H.-C.), 605.
Poehl (Al. de), 809.
Pohl (R.), 339, 522, 812.
Poincaré (H.), 42, 686.
Poirier (P.), 424.
Poisot, 213.
Poisson (H.), 469.
Poizat, 122.
Polack, 943, 1027.
Policard (A.), 255, 471, 516, 559.
Pollacci (G.), 340.
Pollachi (Capitaine P.), 851.
Pollak (J.), 1031.
Pompilian (Mlle M.), 43.
Poncet (A.), 82, 335, 379, 854.
Pond (F.-J.), 427.
Ponti (U.), 340.
Pope (W.-J.), 175, 382, 520, 1029.
Popoff (V.-S.), 903.
Popovici (C.), 378, 942.
Popovici-Baznosanu (A.), 123.
Porak, 644.
Porcher (Ch.), 380, 516, 686, 986, 1027.
Porter (T.-C.), 474, 648.
Porter (W.-A.), 689.
Portevin (A.), 1026.
Portheim (L. von), 946.
Portier (P.), 44, 379.
Posen (J.), 985.
Postma (O.), 127.
Pottevin (H.), 377.
Pouchet (G.), 335.
Pouget (I.), 1027.
Poulenc (C.), 727.
Power (F.-B.), 337, 475, 1029.
Pozzi (S.), 687.
Pozzi Escot (Em.), 254, 730.
Praetorius (A.), 563.
Prenaut (A.), 41, 125, 211, 559, 599.
Pribram (K.), 523.
Price (Th.-S.), 338.
Price (W.-A.), 382.
Prideaux (E.-B.-R.), 945.
Prillieux (E.), 903.
Proca (G.), 1028.
Procter (H.-R.), 85, 258, 561.
Puiseux (P.), 514, 557.
Pulle (A.), 128.
Purdie (Th.), 258.
Pussenot, 254.
Putzeys (A.), 688.
Pyman (F.-L.), 84, 606.

Q

Quartaroli (A.), 476.
Quensel (P.-D.), 86.
Quéry, 255.
Queva (C.), 378.
Quidor (A.), 422.
Quinton, 558.

R

Rabaté (E.), 555.
Radcliffe (L.-G.), 126.
Rajat (H.), 43, 425, 472, 516, 944.
Rambaud, 334, 600.
Ramsay (Sir William), 427, 475, 515, 605, 651, 946.
Ramsbottom (E.), 475.
Ranc (A.), 214, 298, 1028.
Raper (H. S.), 988.
Rathery (F.), 424, 425, 646.
Ravaut (G.), 986.
Ravaut (P.), 602.
Raveau (C.), 255.
Ravenna (C.), 259.
Rawles (W.-H.), 606.
Ray (P.-C.), 382, 475, 561, 606, 1029.
Ray Lankester (E.), 901.
Rayleigh (Lord), 174, 731.
Raymond (F.), 335, 687.
Razous (Paul), 639, 726.
Rebel (H.), 692.
Rechinger (C.), 947.
Recoura (A.), 600.
Reed (W.-W.), 945.
Regaud (Cl.), 44, 83, 172.
Regelsperger (Gustave), 121, 134, 347, 570, 816, 910, 989.
Regnault (Félix), 296.
Reichenheim (C.), 339.
Reichenheim (O.), 522.
Reid (Cl.), 564.
Reid (G.), 173.
Reid (Mme E.-M.), 564.
Reid (W.-F.), 258, 521.
Reina (V.), 259, 476, 732.
Reinach (Th.), **913** à **928**, **954** à **961**.
Remlinger (P.), 44, 123, 213, 255, 424, 425, 516.
Rémoundos (G.), 122, 509, 730.
Rémy (Dr), 903.
Remy (Ch.), 516.
Remy (L.), 253, 334.
Renaut (J.), 603.
Rengade (E.), 42, 216, 377, 381, 422, 685.
Renouf (N.), 46.
Repelin (J.), 419, 641.
Répiton (F.), 254, 517.
Requier, 380.
Retterer (Ed.), 124, 172, 255, 297, 687, 943, 1027, 1028.
Réveille (J.), 50.
Révil (J.), 219, 420, 641, **884** à **898**.
Reynier (P.), 644, 1027.
Rey-Pailhade (J. de), 1.028.
Ribadeau-Dumas (L.), 213, 379, 645, 687, 688, 1027, 1028.
Ricco (A.), 87, 685, 730.
Richard (A.), 643.
Richardson (A.), 475.
Richardson (F. W.), 126, 258.
Richardson (L. F.), 945.
Riche (A.), 43.
Richelot (G.), 424.
Richer (Paul), 596.
Richet (Ch.), 43, 82, 255, 380, 809.
Richon (L.), 255, 425.
Ricôme (H.), 809.
Ridley (H. M.), 605.
Riederer (H. L.), 521.
Riemann (Hugo), 211.
Riesz (F.), 334, 377, 600.
Riesz (M.), 854.
Rimini (E.), 87, 476.
Ringelmann (M.), 514.
Ringer (W. E.), 176.
Riollot (J.), 681.
Riquier, 1026.
Rist (E.), 82, 1027.
Ritter (E. A.), 1027.
Ritz (W.), 334, 643.
Rivet (L.), 379.
Roberts (R. J. P.), 45.
Robertson (R.), 382.
Robin (A.), 379.
Robinson (R.), 46, 84, 297, 520, 731, 984, 1027.
Rochard, 171.
Roché (J.), 379, 425.
Rocques (X.), 78.
Rodet (A.), 685, 944, 1028.
Roger (H.), 44, 471, 516, 517, **544** à **549**, 556, 986.
Rohr (M. von), 938.
Röll (M. F.), 515.
Rolla (L.), 340.
Rollett (H.), 86.
Rollinat, 43.
Romburgh (P. van), 300, 856, 985, 1052.
Romme (R.), 296, 641, 941.
Ronchèse (A.), 425, 471, 647.
Roozeboom (H. W. Bakhuis), 48.
Rosati (A.), 340, 384, 476.
Rosenstiehl (A.), 557, 560, 1029.
Rosenthal (G.), 297, 379, 425, 516, 517, 559, 601, 687, 1028.
Rosinger (H.), 608.
Rossello (H.), 944.
Rossi (P.), 1031.
Rossum (A. van), 564.
Rotch (L.), 377.
Rothschild (H. de), 83, 124, 213, 379, 380, 424, 471, 516, 1028.
Rothschild (M. de), 81, 122, 170.
Roubaud (E.), 335.
Roule (L.), 600, 985.
Roullet-Chéry (Lucien), 333.
Rousseaux (Eug.), 81.
Roussy (B.), 643.
Rowe (W. T.), 732.
Rowell (H. W.), 85.
Roy (P.), 470.
Rozic (J.), 260.
Rubegni (S.), 259.
Ruhemann (S.), 84, 475, 690.
Rule (Al.), 174.
Rusby (H. H.), 427.
Russ (S.), 337.
Russell (A.), 216.
Russo (A.), 384.
Rutten (L.), 384.
Rynberk (G. van), 1032.
Rziha (K.), 563.

S

Sabatier (P.), 378, 422, 423, 470, 601, 1.026.
Sabotier, 425.
Sabrazès (J.), 380, 424, 559.
Sacquépée (E.), 516, 517, 903, 944.
Sageman (P. G.), 945.
Saggio (G.), 855.
Sagnac (G.), 640.
Salet (P.), 42, 514.
Salimbeni (A.), 379.
Salinat (L.), 298.
Salmon (J.), 254, 471, 645, 986.
Salmon (P.), 82, 213, 298, 379, 902.
Salomonsen (C. J.), 425.
Samec (M.), 563, 692, 1030.
Sand (H. J. S.), 257.
Sanger (Ch. R.), 606, 946.
Santerre (S.), 373.
Sarasin (Ed.), 730, 809.

Sartory (A.), 172, 687, 688.
Saussure (Léopold de), **135** à **144**.
Sauton, 212, 254, 422, 810.
Sauvage (E.), 644, 686.
Sauvageau (C.), 214, 336, 472, 559, 689.
Sauvé (L.), 44.
Savin (L.-H.), 419.
Savornin (J.), 557.
Sbrana (U.), 259.
Scal (C.), 81, 558, 1029.
Scarpa (O.), 340.
Schaeffer (G.), 424, 688, 984, 986, 1028.
Schaffers (V.), 1026.
Scheel (K.), 259.
Schidrowitz (Ph.), 258.
Schlagdenhauffen, 644.
Schlegl (K.), 523.
Schmidt (Ad.), 607, 946.
Schmidt (G.-C.), 126, 298.
Schmidt (R.), 428
Schneider (R.), 523.
Schœnflies (A.), 81
Schorn (F.), 340.
Schoute (P.-H.), 46, 48, 88, 128, 175, 176, 300, 384, 24, 564, 856, 948, 1032.
Schrader (F.), 686.
Schreinemakers (F.-A.-H.), 176.
Schrotter (H.), 946.
Schuepphaus (R.-C.), 427.
Schuh (F.), 88, 127, 175, 383, 523.
Schulten (A. de), 943.
Schulze (F.-E.), 562.
Schwantke (A.), 86.
Schwarz (H.-A.), 607.
Schweidler (E. von), 522, 563
Schweizer (V.), 555.
Scott (Al.), 427.
Searle (G.-F.-C.), 811.
Sébileau, 44.
Sedgwick (A.), 216.
Seefried (F.), 692.
Séguier (de), 686.
Seillière (G.), 986, 1028.
Sellier (J.), 380.
Senderens (J.-B.), 212, 470.
Senier (A.), 606, 1029.
Senouque (A.), 253.
Senter (G.), 298.
Sérégé (H.), 336, 380.
Sergent (E.), 297.
Serra (A.), 384.
Settimi (Luigi), 941.
Seux (E.), 122.
Sève (P.), 514, 518, 600.
Severi (F.), 259 476.
Sevestre (A.), 903.
Seyewetz (A.), 122.
Sheppard (S.-E.), 174.
Sherrington (C.-S.), 605.
Short (A.), 606.
Sicre (A.), 517.
Siebenrock (F.), 523, 692.
Siegl (K.), 522, 10 0.
Sierra (Just), 40.
Silber (P.), 259, 732.
Silvester (H.), 338.
Simon (I.), 384.
Simon (L.-G.), 82, 516, 517, 688.
Simon (L.-J.), 83, 123, 425, 5 7.
Simon (M.), 681.
Simon (Max), 95.
Simon (Th.), 561.
Simonin, 984.
Simonsen (J. L.), 46, 190.
Simpson (S.), 8 5.
Sinigaglia (François), 293.
Sirkar (A.-P.), 945.
Sisley (P.), 1026
Sitter (W. de), 564, 856.
Sizes (G.), 984.
Skinner (S.), 1029.
Skrabal (A.), 60.
Skraup (Zd. H.), 522, 523, 946
Slade (R.-E.), 520.
Slatinéano (A.), 688
Smedley (Mlle J.), 561.
Smiles (S.), 174, 561, 945.
Smith (Mlle A.-E.), 174.
Smith (A.-R.), 1029.
Smith (G.-E.), 605.
Smith (H.-G.), 732.
Smith (S.-S.-W.), 473.
Smithells (A.), 427.
Snyders (E.-P.), 856.
Soddy (F.), 84.
Söhngen (N.-L.), 128.
Sola (J. Comas), 557, 1026.
Sollas (Mlle J.), 810.
Sommelet, 83.
Sonies (F.), 524.
Soubies (J.), 855.
Soubrane, 603.
Soulé, 688.
Soulié (A.), 125, 687.
Soulié (H.), 688.
Soulima (A.), 645.
Soulima (H.), 645.
Southerns (L.), 45.
Soyer (Ch.), 559, 687, 688.
Spallino (L.), 340.
Speranski (N.), 1025.
Speroni, 172.
Spillmann (L.), 425.
Spitz (A.), 1030.
Sprankling (Ch.-H.-G.), 258.
Springer (Maurice), 729.
Stacey (C.-E.), 427.
Starke (H.), 521.
Stassano (H.), 172.
Steele (B.-D.), 945.
Stefanescu (Mlle E.), 471.
Stefani (C. de), 384.
Stefanik (M.), 469, 557.
Stefanini (A.), 340, 1031.
Stefano (G. di), 384.
Steindachner (F.), 87, 522, 608, 692, 947.
Steindachner (H.), 563.
Steinmann (G.), **626** à **633**.
Stekloff (W.), 377, 557.
Stephan (E.), 984.
Stephan (P.), 83, 336.
Sterba (J.), 340.
Stern (Mlle L.), 214, 255, 335, 379, 471, 516, 559.
Stewart (A.-W.), 174, 690, 1023.
Stiasny (G.), 86.
Stiennon (T.), 379, 380, 425, 688.
Stodel (G.), 82, 214.
Stodola (A.), 553.
Stok (J.-P. van der), 299, 1032.
Stokes (Sir G.-G.), 851.
Strahl (H.), 300, 384.
Strakosch (S.), 563.
Strampelli (N.), 87, 340.
Strigl (M.), 692.
Stritar (M.), 340.
Stroobant (P.), 730.
Struthers (R. de J.-F.), 1029.
Strutt (R.-J.), 731.
Struve (O.), 85.
Stucker (N.), 522, 563, 1030.
Stummer (R.), 522.
Stumpf, 339.
Sturany (R.), 608.
Suchard (E), 297.
Sudborough (J.-J.), 84, 475, 520.
Sulzer (D.-E.), 178, 901.
Sutherland (W.), 381.
Swellengrebel (N.-H.), 172.
Swinton (A.-A.), 474, 689.
Swyngedauw (R.), 294.
Sy, 334, 600, 902.
Szilard (B.), 42, 730, 731, 809.
Szreter (I.), 644, 647.
Szydłowski (L.), 563.

T

Taboury (F.), 600.
Taboury (H.), 515.
Tagger (J.), 692.
Tannery (Jules), 37, 170, 243, 297, 529.
Tannhauser (F.), 86.
Tanon, 644.
Tanret (G.), 1026.
Tassart (L.-C.), 809.
Tassilly (E.), 377, 647, 653, 982.
Tattersall (G.), 298.
Taylor (J.), 475.
Tchelinzeff (W.), 81, 122.
Tchougaeff (Z.), 902.
Teeple (J.-E.), 691.
Teisserenc de Bort (L.), 170, 253, 377, 423, 643.
Ter-Gazarian (G.), 81.
Termier (P.), 378, 942.
Terroine (E.-F.), 124, 214, 255, 425, 903, 984, 1028.
Terson (A.), 1027.
Tesch (P.), 856.
Thaon (P.), 380, 424, 646.
Theuveny (L.), 516.
Thévenin (A.), 557.
Thévenot (L.), 124, 379.
Thierry (E.), 254, 558.
Thiroux (A.), 213, 601, 686, 810, 942.
Thoinot, 43.
Thole (F.-B.), 175, 945.
Thomas (E.-R.), 520.
Thomas (J.), 84, 520.
Thomas (P.), 172.
Thomas (V.), 82, 212.
Thompson (H.-B.), 475.
Thomson (J.-D.), 904.
Thomson (J.-J.), 119.
Thorpe (J.-F.), 258, 338, 520, 946, 1029.
Thorpe (J.-H.), 606.
Thoulet (J.), 80, 213, 422, 469, 1027.
Threlfall (R.), 427, 474.
Tieri, 87.
Tiffeneau (M.), 81, 173, 422, 427, 558, **583** à **594**, 602, 730, 854, 942.
Tinkler (Ch. K.), 475.
Tissié (Ph.), 559.
Tissot (C.), 170, 172, 380, 685, 984.
Tissot (J.), 514, 557.
Titherley (A.-W.), 945.
Tixier (L.), 517, 559, 644, 1028.
Tizzoni (G.), 87, 476.
Todaro (F.), 476.
Toldt (M.-C.), 692.
Tomkins (J.-A.), 427.
Tommasina (T.), 377, 730, 809.
Toostein (Mlle M.), 44.
Torres (L.), 423.
Toulouse (Ed.), 43, 82, 255.
Tourneux (F.), 687.
Trabert (W.), 608.
Trabot (J.), 335.
Travers (M.-W.), 519.
Traxl (W.), 1030.
Trebitsch (R.), 86.
Trélat (Gaston), **267** à **276**, **721** à **725**.
Trémolières (F.), 729.
Trépied (Ch.), 600.
Tribondeau (L.), 125, 214, 336, 688.
Tribot (J.), 854, 903.
Tricht (B. van), 524.
Trillat (A.), 81, 212, 254, 380, 422, 600, 810.
Troisier (J.), 43, 603, 646, 687, 985, 1027.
Trotman (S.-R.), 85.
Trouessart (E.-L.), 43, 82, 124, 297, 731, 809, 854, 1027.
Trouton (F.-T.), 337, 689.
Tsakalotos (D.-E.), 81, 212, 470.
Tscherning, 471.
Tschirch (A.), **750** à **753**.
Tsoucalas (P.), 122, 170.
Tuck (W.-B.), 298, 690.
Tucker (W.-S.), 427.
Tuffier (Th.), 124.
Tur (J.), 254, 423, 602.
Turnau (R.), 260.
Turner (T.), 904.
Turner (W.-E.-S.), 561.
Turpain (Al.), 418, **817** à **827**, **867** à **884**.
Turro (R.), 471, 687.
Tutin (F.), 257, 475, 561, 1029.
Tutton (A.-E.-H.), 647.

Twort (F.-W.), 604.
Tzitzeica (G.), 557, 1026.

U

Ubissch (G. von), 299.
Uhlig (V.), 87.
Ulpiani (C.), 87.
Ultée (A.-J.), 88.
Upson, 560.
Urbain (G.), 81, 558, 942, 988, 1029.
Urban (G.), 339.
Urechie (C.-J.), 985.

V

Vaillant (Ch.), 984.
Vaillard, 378.
Valentiner (S.), 85.
Valette (P.), 335.
Valeur (A.), 942, 985, 988, 1026, 1029.
Vallaux (Camille), **754** à **767**.
Vallée (A.), 379.
Vallée (H.), 44, 515, 558, 644.
Vallet (G.), 335, 685, 1027.
Vallette, 45.
Vanzetti (B.), 259, 1031.
Vaquez (H.), 516.
Variot, 558.
Vaschide (N.), 81.
Vassal (J.-J.), 255, 297.
Vasse (G.), 557.
Vasseur (G.), 1027.
Veen (W.-E. van der), 858.
Veley (V.-H.), 84, 605.
Venturi (A.), 259.
Vérain (L.), 125.
Verdun (P.), 380, 424, 687.
Verger (H.), 125, 214, 472, 688.
Vernon (H.-M.), 648.
Versluys (W.-A.), 47.
Vidal (E.), 123, 601, 602, 644, 903,
Vieille (P.), 81.
Vigier (P.), 809, 854.
Vignon (G.), 558.
Vignon (L.), 122, 1026.
Vigouroux (Em.), 122, 253, 334, 335, 422, 515, 558, 685, 686, 730.
Viguier (C.), 556, 600.
Viguier (R.), 423, 854.
Vila (A.), 254, 558, 647, 1027.
Villard (J.), 557.
Villard (P.), 377, 378, 381, 473, 730.
Villaret (M.), 517, 1028.
Villatte, 902.
Ville (J.), 380, 688.
Villemin (F.), 82, 123, 254, 687. 688.
Villepontoux (L.-F.), 418.
Vincent (H.), 125, 169, 213, 252, 333, 425, 513, 516, 601, 602, 855, 943, 985, 1028.
Viola (C.), 1031.
Visme (P. de), 944, 1028.
Viterbi (A.), 87.
Vitry (G.), 172, 424, 559, 602, 687, 903, 944, 1028.
Vivanti (G.), 166.
Vlahavas (J.), 122, 170.
Vlès (F.), 214, 334, 685.
Voërman (G. L.), 128.
Vogel (H. C.), 730.
Vogel (H. K.), 607.
Volk (R.), 692.
Volpino (A.), 384.
Vonwiller (O. U.), 474.

W

Waals (J. D. van der), 127, 299, 383, 524, 564, 856, 948.
Wachsler (E.), 475.
Wadoux (A.), 986.
Waelsch (E.), 170.
Wagner (R.), 260, 523, 691, 692, 947.
Wahl (A.), 170, 297, 422, 644.
Wahl (Walther), 640.
Waidner (C. W.), 560.
Waldeyer (W.), 339.
Walker (C. E.), 811.
Walker (J.), 988.
Walker (N.), 561.
Wallerant (F.), 42, 378, 558, 942.
Wallich, 515.
Walter (H.), 523.
Warburg (E.), 562.
Warcollier (G.), 423, **778** à **787**.
Wassmuth (A.), 1031.
Watanabe (T.), 82.
Watson (J.-A.), 855.
Watson (W.), 216.
Watteville (C. de), 558.
Waxweiler (Emile), 598.
Weber (A.), 425, 645, 688.
Weber (H.), 1022.
Weber (M.), 127.
Wechsler (E.), 1029.
Weerman (R.-A.), 1032.
Wegscheider (R.), 260, 523, 563, 1030.
Weill-Hallé (B.), 687.
Weinberg (M.), 44, 124, 172, 214, 645.
Weir (J.), 945.
Weiss (E.), 260, 523.
Weiss (G.), 44, 470, 558.
Weiss (P.), 42, 81, 122, 425, 984, 1026.
Weizmann (Ch.), 84, 212, 946.
Wellstein (R.-J.), 1022.
Welsh (D. A.), 810.
Werner (E. A.), 175, 298.
Werner (F.), 260.
Wertheimer (E.), 43, 688.
Wesson (D.), 606.
Wheldale (Mlle M.), 519.
Whitehead (A. N.), 293.
Whitehouse (N.), 648.
Whiteley (Mlle M. A.), 605, 945.
Whymper (R.), 855.
Wichman (A.), 856.
Wickham, 854.
Widal (F.), 423, 602, 687, 903.
Wieleitner (H.), 1030.
Wieringa (J. H.), 856.
Wijhe (J. W. van), 524.
Williams (G.), 520.
Williams (R. S.), 124.
Williams (W. C.), 520.
Wilsmore (N. T. M.), 988.
Wilson (A.), 606, 689.
Wilson (F. R. L.), 84.
Wilson (H. A.), 1029.
Wilson (R. W.), 46, 520.
Wind (C. H.), 176, 383.
Winkler (C.), 176.
Winmill (Th. F.), 520.
Wintrebert (P.), 81, 559, 602, 645, 687. 688, 943, 944, 986.
Wirtinger (W.), 691.
Witt (R.), 523.
Witz (Aimé), 166, 249, 293, 377, 418. 554, 596.
Wolff (J.), 334, **459** à **464**, 558, 601. 685.
Wologdine, 514.
Wolterson (P.), 128, 564.
Wood (S. H.), 126.
Woodworth (C. W.), 853.
Woog (P.), 42, 643, 984.
Woolley (Mlle B. E.), 988.
Wootton (H. A.), 606.
Wootton (W. O.), 605, 1029.
Worden (E. C.), 521.
Wren (H.), 606.
Wright (C. H.), 562.
Wullner (A.), 1023.
Wurtz (H.), 681.
Wyler (M.), 946.
Wynne (W. P.), 427.
Wyrouboff (G.), 304, 1029.
Wythoff (W. A.), 127.

Y

Yakimoff (W. L.), 44.
Yégounov (M.), 685.
Young (G.), 338.
Young (W. H.), 605.
Young (W. J.), 298.
Yule (G. U.), 474.

Z

Zahn (H.), 428.
Zahradnicek (J.), 522.
Zambonini (F.), 87.
Zappa (G.), 476. 1031.
Zavriff (D.), 730.
Zébrikoff (L.), 643.
Zebrowski (B.), 379, 380.
Zeeman (P.), 1032.
Zeiller (R.), 514, 1027.
Zeipel (H. von), 212.
Zeise (O.), 86.
Zellner (J.), 1031.
Zeuner (G. A.), 902.
Zimmermann (H.), 85, 563, 607.
Zolla (D.), **319** à **328**.
Zwaardemaker (H.), 128, 564, 856, 948.
Zwiers (H. J.), 88.

PARIS. — L. MARETHEUX, IMPRIMEUR, 1, RUE CASSETTE

MBL WHOI Library - Serials
5 WHSE 02313